

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**CONSUMO DE MINERALES DE LIBRE ELECCIÓN COMO RESPUESTA DEL
VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus texanus*), A LAS
DEFICIENCIAS DE SU DIETA, EN EL MATORRAL ESPINOSO
TAMAULIPECO, DEL NORESTE DE MÉXICO**

POR

MARCOS ADÁN CARRILLO SÁNCHEZ

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS FORESTALES**

ENERO, 2020

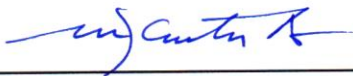
CONSUMO DE MINERALES DE LIBRE ELECCIÓN COMO RESPUESTA DEL
VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus texanus*), A LAS
DEFICIENCIAS DE SU DIETA, EN EL MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO,
DEL NORESTE DE MÉXICO

Aprobación de Tesis



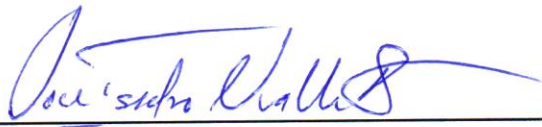
Director

Dr. Fernando N. González Saldívar



Codirector

Dr. Cesar M. Cantú Ayala



Asesor

Dr. José I. Uvalle Saucedo

Asesor

Dr. Jorge R. Kawas Garza

Asesor

Enero, 2020

Agradecimientos

La culminación de esta tesis de maestría es el cierre de un ciclo académico y profesional muy importante en mi desarrollo personal y la puerta para seguirme preparando, es un escalón más en la búsqueda a mí objetivo deseado. Esta etapa ha sido un reto complicado, duro y difícil, pero altamente satisfactorio en lo profesional y personal, tanto por la oportunidad que he tenido de conocer y trabajar con un grupo de compañeros e investigadores muy destacados como por las habilidades adquiridas y los conocimientos obtenidos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por otorgarme la beca para realizar los estudios de maestría y por la beca-mixta para desarrollar la estancia de investigación.

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León y en especial al cuerpo de profesores-investigadores que forjaron mi perfil profesional con sus conocimientos y experiencia.

A mi director de tesis el Dr. Fernando N. González Saldívar

A mi Asesor de tesis el Dr. Cesar M. Cantú Ayala

A mi Asesor de tesis el Dr. José I. Uvalle Saucedo

A mi Asesor externo de tesis el Dr. Jorge Kawas Garza

A mi tutor externo de estancia el Dr. Carlos Enrique Aguirre Calderón

A mis maestros por enseñarme todo lo que se dé la carrera y por su paciencia.

A mis padres porque nunca permitieron que me diera por vencido y siguiera adelante con mis objetivos.

A Instituto Tecnológico De El Salto Dgo. Por darme la oportunidad de forjarme como estudiante, ingeniero y un ciudadano de bien.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León por brindarme el apoyo para formarme como estudiante y una persona de bien.

A mi esposa por darme ánimo, apoyo y amor para lograr mis objetivos.

A mi hijo por darme ánimo, apoyo y amor para lograr mis objetivos.

A mis amigos que siempre estuvieron conmigo y me brindaron su apoyo.

Dedicatorias

A Dios por haberme dado todo lo que tengo en esta vida por todas sus bendiciones, darme la oportunidad de ser una herramienta de ayuda en este mundo y por darme la sabiduría para terminar mis estudios.

A mi Madre Virginia Sánchez Sandoval por todo lo que me ha enseñado a lo largo de mi vida y su apoyo incondicional, por estar siempre ahí para mí por sus palabras de aliento, ¡gracias madre!

A mi Padre Abraham Carrillo Vega (†) que, aunque ya no se encuentra físicamente siempre me está apoyando, me manda su bendición desde donde esta y me brinda todo su apoyo y amor por eso le dedico este trabajo de titulación.

A mi esposa Rosa Jazmín García Noriega e hijo Marcos Abraham Carrillo García que siempre me brindaron amor, apoyo comprensión y las fuerzas para seguir adelante con cada uno de mis objetivos.

A mi hermano mayor Juan Abraham Carrillo Sánchez quien me acompaña en las buenas y malas, que se preocupa por mí, le dedico este trabajo como un ejemplo para que siga esforzándose en su vida y con su familia.

A mi hermana Alejandra Carrillo Sánchez, Carolina Carrillo Sánchez, Rosa Blanca Carrillo Sánchez, Mónica Edith Carrillo Sánchez, Manuela Nohemí Carrillo Sánchez, quienes me acompañan en las buenas y malas, que se preocupan por mí, que me apoyan de todas las formas, le dedico este trabajo como un ejemplo para que sigan esforzándose en su vida y con su familia.

A mi Primo Jorge Abel Sánchez Medrano (†) que, aunque ya no se encuentra físicamente siempre me brindo todo su apoyo y siempre fue un ejemplo a seguir en esta vida y en la competencia laboral por eso le dedico este trabajo de titulación.

A mis amigos que siempre han estado conmigo y me han impulsado a seguir adelante con mis estudios.

Marcos Adán Carrillo Sánchez

Índice

RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES	3
Minerales en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET)	3
Anatomía y morfología del venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus texanus</i>).....	5
Requerimientos nutricionales	6
Agua	6
Proteína	6
Materia seca y energía	8
Vitaminas	8
Minerales en la dieta del venado cola blanca texano	9
Macro-minerales	10
Micro-minerales	11
Importancia de los minerales en la dieta del venado cola blanca texano.....	13
Dieta del venado cola blanca especies preferidas y básicas	14
JUSTIFICACIÓN	17
HIPÓTESIS	18
OBJETIVO GENERAL.....	19
OBJETIVOS PARTICULARES	19
MATERIALES Y MÉTODOS	20
Localización de área de estudio	20
Caracterización del área de estudio	20
Estructura de la vegetación	21
Composición florística.....	21
Dominancia	21
Abundancia	22
Frecuencia	23
Índice de Valor de Importancia	23
Identificación de las especies preferidas y básicas que forman parte de la dieta del venado cola blanca	24
Determinación del contenido de macro y micro minerales de las plantas que forman parte de la dieta del venado cola blanca	24
Colecta.....	25
Preparación de la muestra para el análisis químico	25
Secado y Conservación	25
Determinación de minerales	25
Parámetros analizados	26
Determinación del consumo de macro y micro minerales, por estación del año.....	26
Suplementos minerales	28
RESULTADOS	30
Caracterización del matorral espinoso tamaulipeco dentro de la UMA Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL	30
Determinación del contenido de macro y micro minerales de las plantas que forman parte de la dieta del venado cola blanca	35
Determinación del consumo voluntario de machos, hembras y crías de macro y micro minerales, por estación del año.	38
DISCUSIÓN.....	44
Calcio (Ca)	44
Fosforo (P)	44
Magnesio (Mg) y Potasio (K)	45
Sodio (Na).....	45
Cobre (Cu)	46
Manganeso (Mn).....	47
Hierro (Fe).....	47
CONCLUSIONES.....	48
REFERENCIAS	51

Índice de tablas

Tabla 1. Fórmulas empíricas, concentración de minerales y formato de minerales ofrecidos al venado cola blanca en una prueba de cafetería de libre elección.....	29
Tabla 2. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en primavera.....	31
Tabla 3. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en verano.....	32
Tabla 4. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en otoño.....	33
Tabla 5. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en invierno.....	34
Tabla 6.- Media de la composición de macro-minerales de las plantas consumidas por el venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus texanus</i>) en el noreste de México.....	36
Tabla 7.- Media de la composición de micro-minerales de las plantas consumidas por el venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus texanus</i>) en el noreste de México.....	38
Tabla 8: Consumo voluntario de machos venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus texanus</i>) de macro y micro minerales, por estación del año.....	39
Tabla 9: Consumo voluntario de crías de venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus texanus</i>) de macro y micro minerales, por estación del año.....	39
Tabla 10: Consumo voluntario de hembras venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus texanus</i>) de macro y micro minerales, por estación del año.....	40
Tabla 11: pruebas de normalidad por sexo.....	41
Tabla 12: Prueba de H Kruskal wallis Para muestras independientes (pruebas estadísticas no paramétrica) por sexo.....	42
Tabla 13: Prueba de H Kruskal wallis Para muestras independientes (pruebas estadísticas no paramétrica) por época.....	43

RESUMEN

Todos los mamíferos tienen la capacidad de identificar y probar sales y minerales, por lo que varios estudios se han centrado en la selección de estos en la dieta. El sodio (Na) y el fósforo (P) suelen ser los más limitantes para los ungulados y, por lo tanto, algunos rumiantes pueden regular su consumo de acuerdo con las necesidades minerales y el contenido de las fuentes de alimentos. En el presente trabajo se evaluó si la cantidad de minerales de libre elección consumidos está relacionada con los requerimientos de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en la UMA centro de mejoramiento genético de venado cola blanca propiedad del Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL. Localizado en el municipio de Linares, N.L. México. El estudio se realizó en hembras, machos y crías por separado, examinando el consumo de minerales por los venados. Los animales estuvieron cautivos durante todo un año en los recintos con una dieta establecida que consta de las plantas de la región. Se ofrecieron seis compuestos minerales altamente biodisponibles en bloques y se pesaron mensualmente. Los datos analizados para los machos muestran un consumo de sodio (Na) en mayor cantidad (200 gramos por individuo por año), otro mineral de importancia para los machos fue el fósforo (P) con 182 gramos por individuo por año. Por otra parte, las crías consumieron 493 gramos por individuo por año de fósforo (P). De la misma forma que los machos y crías el consumo de sodio (Na) para hembras es elevado (473 gramos por individuo por año), además un consumo de potasio (K) elevado (319 gramos por individuo por año).

Palabras clave: Selección de dieta: Libre elección: Suplementos minerales: Palatabilidad: Deficiencia mineral.

ABSTRACT

All mammals have the ability to identify and test sales and minerals, so several studies have focused on the selection of these in the diet. Sodium (Na) and phosphorus (p) are usually the most limiting for ungulates and, therefore, some ruminants can regulate their consumption according to mineral needs and the content of food sources. This paper evaluates whether the amount of freely chosen minerals consumed is related to the diet requirements of the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus*) at the UMA white-tailed deer genetic improvement center owned by the Production Research Center Agricultural of the UANL. Located in the municipality of Linares, N.L. Mexico The study was conducted on females, males and young separately, examining the consumption of minerals by deer. The animals exposed captive for a whole year in the enclosures with an established diet that constant of the plants of the region. Six highly bioavailable mineral compounds were offered in blocks and weighed monthly. The data analyzed for males with a sodium intake (Na) in greater quantity (200 grams per individual per year), another important mineral for males with phosphorus (P) with 182 grams per individual per year. On the other hand, offspring consumed 493 grams per individual per year of phosphorus (P). In the same way as males and young the consumption of sodium (Na) for females is high (473 grams per individual per year), in addition to a high consumption of potassium (K) (319 grams per individual per year).

Keywords: Diet selection: Free choice: Mineral supplements: Palatability: Mineral deficiency.

INTRODUCCIÓN

Todos los animales requieren minerales para sus procesos normales de vida, pero algunos de los minerales esenciales necesarios para mantener un crecimiento, reproducción y salud adecuados a lo largo del ciclo biológico, ya que no pueden ser sintetizados, se obtienen de la dieta y estos animales requieren un mantenimiento mineral a largo plazo para el mantenimiento de las reservas corporales minerales (McDowell, 2003). Todas las fuentes de alimentos tienen minerales, aunque en la naturaleza estos generalmente están presentes en cantidades deficientes. El sodio y el fósforo son los minerales más limitantes para los ungulados, ya que son escasos en plantas de la mayoría de los tipos de suelos del mundo y el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México no está exento de esto (McDowell, 2003). En el presente trabajo se llevó a cabo una evaluación para conocer si la cantidad de minerales consumidos está relacionada con los requerimientos de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en la UMA Centro de Mejoramiento Genético de Venado Cola Blanca propiedad del Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL. Localizado en el municipio de Linares, N.L. México. El estudio se realizó en hembras, machos y crías por separado, examinando el consumo de minerales por los venados. A los grupos de estudio se les ofreció un total de seis compuestos minerales en bloques, se registró el consumo durante un año identificando 5 épocas de importancia energética y de nutrientes para el venado cola blanca texano: Reproducción o corrida (noviembre, a febrero), muda de astas (marzo y abril), crecimiento de astas (mayo a septiembre), post reproducción (marzo a junio) y nacimientos (julio a septiembre), y se determinó la cantidad de minerales consumido. La mayoría de las plantas del noreste de México son deficientes en sodio (menor a 0.14 g/Kg). La deficiencia sodio (Na) en las plantas de la región es la más marcada de acuerdo a el consumo de este mineral por parte de los machos de venado cola blanca que consumieron 200 gramos por individuo por año, sobre todo en la época de crecimiento de astas (mayo a septiembre). Los machos de venado cola blanca texano también consumieron fosforo (P) con 182 gramos por

individuo por año. Los machos, crías y hembras de venado cola blanca texano muestran un alto consumo de sodio (Na) por la deficiencia de este mineral en las plantas del noreste de México (menor a 0.14 g/Kg), se recomienda aumentar la disponibilidad de este mineral con la colocación de bloques, así como la restauración con plantas que obtengan el mayor contenido de sodio (Na) (*Celtis pallida* con 0.30 g/Kg de sodio (Na) de materia seca). Las hembras de venado cola blanca consumen potasio (K) (319 gramos por individuo por año), sobre todo en la época de nacimientos (julio a septiembre), esto se debe a que este mineral interviene en el balance osmótico, en el equilibrio ácido base (pH), se requiere para varias funciones enzimáticas e influye en el metabolismo de la glucosa.

ANTECEDENTES

Minerales en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET)

El matorral espinoso tamaulipeco (MET) se extiende sobre 125,000 km² desde el sur de Texas, Estados Unidos de Norteamérica hasta la Planicie Costera del Golfo de México (Foroughbakhch, 1992; Foroughbakhch *et al.*, 2005). Está constituido por las variadas especies vegetales que se distribuyen en la región noreste de México, dicha vegetación consta de pequeños árboles y arbustos conocidos localmente como (matorrales) (Garrett, 2002; Ludwig *et al.*, 1975). El MET está compuesto por casi 60 especies leñosas, muchas de ellas importantes en la producción forestal, silvopastoril (madera, leña, postes, forraje, etc.) (Domínguez *et al.*, 2012). En esta zona la ganadería a gran escala ha sido practicada durante 350 años (Foroughbakhch *et al.*, 2009). Los resultados de este tipo de pastoreo intensivo han traído como consecuencia la pérdida de la calidad y cantidad de especies de plantas forrajeras, seguido por una reducción de la cubierta vegetal que protege y cubre el suelo (Foroughbakhch *et al.*, 2009).

La mayoría de estas plantas proporcionan el hábitat y cobertura al suelo para la vida silvestre (González y Cantú, 2001), además una de las ventajas de estas especies nativas como fuente de alimento está en que presentan hojas durante la mayor parte del año y contribuyen a asegurar una dieta nutritiva para el venado col blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) y el ganado, ya que, de otra forma, los animales no sobrevivirían (Ramírez, 1989). Sin embargo, la dieta y el hábitat de los pequeños rumiantes se caracterizan por ser variados. Ramírez y González (2010) mencionan que los pequeños rumiantes en pastoreo en el noreste de México seleccionan 32 plantas arbustivas nativas de la flora de esta región, que pertenecen al MET de la Planicie Costera del Golfo hábitat del venado cola blanca texano, todos representan un importante componente del agostadero para la nutrición de los rumiantes, debido a que dichas plantas proporcionan una dieta de calidad; sin embargo, conforme cambian las estaciones, varía su calidad nutricional (Ramírez *et al.*, 2010).

El forraje de arbustivas nativas, que crece en el noreste de México y que consumen los rumiantes en pastoreo, contiene calcio (Ca) en concentraciones suficientes, durante todo el año, para satisfacer los requerimientos de rumiantes en pastoreo, en todos sus estados fisiológicos (Ramírez, 2010). Sin embargo, el fósforo (P) es un nutriente limitante en el noreste de México para los rumiantes en pastoreo que consumen la vegetación nativa (Domínguez *et al.*, 2012). La deficiencia de este elemento se considera la más difundida e importante, económicamente, de todos los minerales no disponibles que afectan al ganado en pastoreo (McDowell, 2003).

El contenido de micronutrientes de algunas arbustivas y hierbas nativas, que crecen en el noreste de México, tiene concentraciones marginalmente menores de cobre (Cu) a los requeridos por los rumiantes en pastoreo para llevar a cabo las funciones metabólicas (McDowell, 1985).

En muchas regiones del mundo, después del fósforo (P), la deficiencia de Cu es la más importante para animales en pastoreo (McDowell, 1985). Los animales requieren minerales para sus procesos normales de vida, algunos de los minerales esenciales necesarios para mantener un crecimiento, reproducción y salud adecuados a lo largo del ciclo biológico, ya que no pueden ser sintetizados, se obtienen de la dieta y estos animales requieren un consumo mineral a largo plazo para el mantenimiento de las reservas corporales minerales (McDowell, 2003).

Todas las fuentes de alimentos tienen minerales, aunque en la naturaleza estos generalmente están presentes en cantidades deficientes. Ramírez *et al.*, (2010) estudiaron la variación en espacio y tiempo del contenido de macro y micro-minerales en seis plantas nativas consumidas por rumiantes en el noreste de México. El sodio (Na) y el fósforo (P) son los minerales más limitantes para los ungulados, ya que son escasos en plantas de la mayoría de los tipos de suelos del mundo (McDowell, 2003), pero muchos otros elementos también son a menudo limitantes (Arthington, 2002; Grace y Wilson, 2002; Ward y Lardy, 2005).

Anatomía y morfología del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*)

El venado cola blanca texano (*O. v. texanus*) es una especie de cérvido mediano, caracterizado por un cuello largo y relativamente grueso, patas largas, hocico alargado y orejas grandes. Las partes superiores son, durante el verano, de color café castaño brillante o un poco grisáceo y más grisáceo o pardo en el invierno. El pelaje es blanco en las partes ventrales, la porción inferior de la cola, garganta y una banda alrededor del morro y de los ojos. El pelaje en invierno se caracteriza por pelos más gruesos, de tipo tubular y rígidos. Las astas se encuentran en la parte superior de la cabeza, a la altura de las orejas, con una rama principal que se dobla hacia el frente y alrededor de cinco puntas verticales. Existe gran variación, sobre todo de talla, en las diferentes subespecies de este venado, tiene hocico alargado (Galindo-Leal y Weber, 1998) debajo de los ojos tiene una glándula preorbitaria pequeña que desemboca en el saco lagrimal (Ceballos, 1986).

Tienen extremidades largas, delgadas y muy fuertes, cada una posee cuatro dedos, de los cuales dos están reducidos y los otros dos se encuentran bien desarrollados como pezuñas estrechas y agudas, las cuales sostienen el peso del cuerpo (Siegmund, 1981; Roa, 1986). Los machos tienen un par de astas iguales, formada cada una por una rama principal de hasta 30 cm de longitud que se curva hacia adelante y de la cual salen de dos a cinco puntas sin ramificar. Las astas son prolongaciones óseas de los huesos frontales que se caen (mudas) y renuevan cada año (Ceballos, 1986). En ocasiones algunos ejemplares presentan astas sencillas, sin ramificaciones, los cuales son llamados comúnmente aleznillos (Aranda, 2000). Existe gran variación, sobre todo de talla, en las diferentes subespecies de este venado. Estas adquieren su talla máxima entre los 4 y 5 años de edad. En el venado cola blanca texano el principal atractivo de los machos adultos (5.5 o más años de edad), son sus grandes canastas de astas de 8, 10, 12 o más picos o puntas, con longitudes de 10 y hasta 30 cm. (4 a 12 pulgadas), que se desarrollan sobre los largos brazos principales de la canasta que pueden llegar a medir 50 cm (20 pulgadas) de

longitud o más, y cuya abertura interna también puede llegar a medir e incluso sobrepasar los 50 cm (20 pulgadas) de longitud.

Requerimientos nutricionales

Los requisitos nutritivos del venado cola blanca no están bien documentados como en el caso de los rumiantes domésticos. Algunos procesos fisiológicos que involucran la nutrición aparentan ser diferentes en el venado comparado con los rumiantes domésticos (Curtis, y McIntosh, 1951).

Los requisitos del venado se consideran en base a los cambios estacionales, dado que corresponden a los cambios fisiológicos en el venado y los nutrientes disponibles. Los diferentes nutrientes requeridos por el venado, en una determinada estación del año, pueden agruparse en las siguientes categorías: 1) agua, 2) proteína: compuestos nitrogenados proteicos y no proteicos, 3) energía (ácidos grasos esenciales), 4) minerales (macrominerales y elementos traza), 5) vitaminas (liposolubles e hidrosolubles) y fibra (Verme y Ullrey, 1974).

Agua

La ingesta de agua tiende a estar relacionada con las condiciones ambientales (temperatura ambiente), la cantidad y tipo de alimento y contenido de humedad en los alimentos. En inviernos con escarcha y periodos de nieve el venado consume 1 litro de agua al día, aumentando 0.5 litros de agua en primavera y 1 litro de agua en verano en los Estados Unidos Americanos un venado consume 1 litro de agua por cada 50 Kg de peso vivo (Reinken, 1990). Corona (1997) reporta que en México los venados adultos consumen 4 litros de agua al día. Reinken (1990) cita que cuando consumen ensilaje con un 75% de humedad los animales necesitan líquido en menor cantidad.

Proteína

El requerimiento de proteína del venado varía de acuerdo con la edad, ciclo reproductivo y estación del año (Olvera, 1991). Se considera que el venado requiere un 7% de proteína solo para mantenerse vivo, un 9.5% para

crecimiento moderado y un 13% para crecimiento y capacidad reproductiva óptimos (Villarreal, 1999). Cuando el contenido de proteína es menor o igual a 6 ó 7% la actividad ruminal puede ser gravemente afectada causando alteración reproductiva.

Los cérvidos en periodo de lactancia no requieren que su alimento contenga de 13 a 20% de proteína, dado que el contenido de proteína en la leche sobrepasa estos niveles (McEwen, 1975).

Algunos estudios sobre el ciervo rojo estiman que los requerimientos de proteína en la dieta varían entre un 8 y 15% (Consejo nacional de investigación. NRC, 2007; Asher *et al.*, 2011), dependiendo de la etapa reproductiva gestación, crecimiento de la cuerna, etc.

El requisito de Proteína Cruda (PC) del venado es aproximadamente de 130 a 200 g PC/Kg. de Materia Seca (MS). Los alimentos que contienen alrededor de 170 g PC/Kg. de MS favorecen un óptimo crecimiento y desarrollo, sin embargo, cuando el forraje que consume tiene niveles menores o igual a 70 g PC/Kg. de MS el venado se desarrolla lentamente y su tasa reproductiva se ve afectada (Ramírez, 2003). Ramírez (2004) menciona que este nivel en un forraje es considerado como conveniente para mantener la actividad microbial en el rumen del venado.

Las hembras preñadas, durante los dos primeros tercios de gestación, requieren de 180 g PC/Kg. de MS. Durante la lactancia, que es cuando hay una mayor demanda de proteína, especialmente cuando tienen dos crías (Brown, 1994), Perkins (1991) señala que las hembras requieren alimento adicional para maximizar las tasas de crecimiento de sus crías.

Las astas del venado macho adulto contienen 450 g PC/Kg. de peso; el desarrollo y tamaño de las astas está directamente relacionado con el nivel de consumo de proteína. Aparentemente el venado consume de 150 g PC/Kg. de MS para un óptimo crecimiento de sus astas (Brown, 1994).

Cuando la proteína es limitada para los animales, se pueden producir síntomas de deficiencia como anorexia, disminución en el crecimiento, balance negativo del nitrógeno, disminución en la utilización del alimento, bajo peso en las crías al nacer y reducción en la síntesis de algunas enzimas (Church, 1988).

Materia seca y energía

Las especies pequeñas (menores de 250 Kg. de peso vivo (PV) de artiodáctilos, en general consumen de 2 a 4% de materia seca (MS) de su peso al día. Según Ontiveros (2012). un ciervo de 23 a 27 Kg. de PV requiere de 3,600 Kcal/día y los de 45 y 68 Kg. de PV requieren 6,300 y 9,900 Kcal/día respectivamente. Los machos adultos en el mes de octubre requieren de 5,000 a 6,000 Kcal/día y en invierno de 3,500 a 4,000 Kcal/día. Los cervatos destetados, y durante los meses de diciembre-abril, requieren de 97 Kcal/Kg., 75 de Energía Neta (EN) y de 153 Kcal/Kg 0.75 de Energía Metabolizable (EM) para el mantenimiento, y durante los primeros días de mayo a octubre 125 Kcal/Kg.75 de Energía Neta EN y de 162 Kcal/Kg.75 de Energía Metabolizable EM.

Vitaminas

Los componentes de las plantas (hojas, semillas y frutos) que típicamente consume el venado, sobre todo en las estaciones de primavera, verano y otoño, proporcionan las cantidades de vitaminas necesarias para su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, durante la época de secas, las plantas no tienen follaje con adecuada cantidad nutritiva para proporcionar los nutrientes requeridos para el venado, sobre todo para los cervatos recién destetados (Yerex y Spiers, 1990).

El grupo de las vitaminas hidrosolubles del complejo B y vitamina K son sintetizadas por la microflora del rumen y desde allí es repartido a todos los sistemas del cuerpo. Las vitaminas liposolubles (A y E) son necesarias agregar en la dieta. La vitamina A es esencial para el mantenimiento de las membranas respiratorias y el tracto digestivo y para mejorar el sistema inmunológico del cuerpo. A falta de vitamina A, el cuerpo es más susceptible al ataque por

infección de virus y bacterias; en animales jóvenes puede causar crecimiento retardado; en hembras preñadas puede ocasionar malformación de fetos, abortos o nacimientos prematuros. La vitamina D3 puede producirse por efecto de los rayos ultravioleta por reacción en la piel de los animales. La vitamina E está altamente contenida en el pasto joven o trébol viejo (Wallmo, 1981; Reinken, 1990).

Minerales en la dieta del venado cola blanca texano

Los nutrientes minerales juegan un papel importante no únicamente en procesos y funciones biológicas de la planta, sino determinan en gran medida la cantidad y calidad de forrajes, e incrementan la productividad del mismo cuando las condiciones climáticas son favorables (Dominguez *et al.* 2012). Los minerales desarrollan cuatro tipos de funciones: estructural (forman parte de órganos y tejidos); fisiológica (presentes en fluidos corporales, presión osmótica, transmisión de impulsos nerviosos); catalítica (catalizadores de enzimas y endocrinos); y regulatoria (regulación de la diferenciación y replicación celular). Algunos de los minerales participan en funciones importantes de los venados (lactación, mantenimiento, crecimiento, crecimiento de las astas, etc.). La deficiencia prolongada de estos minerales puede causar problemas en los animales tanto en sus funciones fisiológicas como de desarrollo (Olguín *et al.* 2013).

Suttle (2010) menciona la descripción de algunos de los minerales necesarios para el funcionamiento del cuerpo, a continuación se describen y su principal finalidad en el cuerpo, algunos de estos minerales los clasifica en macro-minerales (requeridos en concentraciones mayores de 100 ppm en la dieta, y encontradas en el cuerpo en cantidades mayores a 5g; McDowell, 2003); y micro-minerales (requeridos en concentraciones menores a 5g, y se encuentran en proporciones menores a 100 ppm y en ocasiones en partes por billón (ppb) McDowell, 2003).

Macro-minerales

a). Calcio. Es el principal mineral formador del hueso. El 99% del calcio corporal se encuentra en el esqueleto, algunas de sus funciones en el hueso es la transmisión de impulsos nerviosos, contracción y relajación de vasos sanguíneos, y cofactor de enzimas que producen la coagulación de la sangre. Su deficiencia puede producir pérdida de peso, reducción en el crecimiento corporal, malformaciones en huesos y reducción del apetito (entre otras).

b). Fósforo. Es el segundo mineral en mayor abundancia en el cuerpo. Casi el 80% se encuentra en los huesos y dientes. Ayuda a mantener el balance osmótico ácido base y es un componente fundamental del ATP. Su deficiencia produce síntomas similares a las deficiencias provocadas por el calcio.

c). Magnesio. Entre el 60 y 70% del magnesio del cuerpo se encuentra en el esqueleto. Su presencia está asociada predominantemente con los microsomas, los cuales tienen la función de catalizar la producción de enzimas. La presencia de magnesio tiene efectos directos sobre la calidad del hueso. La deficiencia de este mineral afecta el crecimiento y la actividad de los osteoblastos y osteoclastos, causando fragilidad.

d). Potasio. Es el tercer mineral con mayor presencia en el cuerpo. Su función es similar a la del sodio, actuando como ion en los fluidos intracelulares, mantiene la capacidad de respuesta a los estímulos y el tono muscular, contribuye a la regulación del balance ácido-base, ayuda a mantener el pH y reduce la pérdida de sales por la orina (Rafferty *et al.*, 2005). Es el tercer elemento mineral con mayor concentración en leche (860 mg Kg; Suttle, 2010) aunque se encuentra principalmente en los músculos estriados. Su deficiencia está relacionada con el crecimiento retardado, parálisis y debilidad muscular (McDowell, 2003).

e). Sodio. Es el catión más importante del líquido extracelular, su función principal es el balance osmótico regulando el equilibrio ácido base y el mecanismo de la hidratación (cuando el consumo de este ion se incrementa, el

consumo de agua también). El sodio juega un papel clave en el balance osmótico del esqueleto manteniendo el volumen adecuado de agua en el hueso. Su deficiencia reduce el consumo de comida y agua, produciendo pérdida de la flexibilidad de la piel, emaciación, acidosis intracelular y degeneración de órganos vitales.

f). Azufre. Algunas de las funciones del azufre es establecer un vínculo entre los microorganismos ruminales y el animal. Es un anticoagulante natural y es necesario para la síntesis de las proteínas microbianas de la fermentación en el rumen. Además, su presencia es necesaria en numerosas hormonas como la insulina y la oxitocina, así como en aminoácidos (metionina, cisteína y cistina) y vitaminas (biotina y tiamina). En cuanto a su relación con el hueso, forma parte de la matriz de colágeno y de los cartílagos. Su deficiencia puede producir pérdida de apetito, reducción en ganancias de peso, debilidad, emaciación, y muerte.

Micro-minerales

a). Hierro. Es el micro mineral con mayor abundancia en el cuerpo, almacenado principalmente en el hígado. Dentro de sus funciones más importantes destaca el transporte de oxígeno (hemoglobina y mioglobina) y participa en cada una de las etapas del ciclo de Krebs. Su deficiencia causa pérdida de apetito, un crecimiento pobre y dificultades respiratorias. No obstante, las deficiencias en animales silvestres son raras (Suttle, 2010).

b). Cobre. Este mineral es esencial por su presencia como cofactor en numerosas metaloenzimas antioxidantes. Interviene en la unión del colágeno con la elastina (ferroxidasa I y II, lisil-oxidasa), en el funcionamiento del sistema nervioso central (a través del citocromo oxidasa), del sistema inmune y de la reproducción. También interviene en la mineralización del esqueleto y en la integridad del tejido conectivo. Su deficiencia produce despigmentación, ataxia, anemia, desórdenes en el tejido conectivo, desórdenes cardiovasculares, infertilidad y un crecimiento pobre.

c). Manganeso. Es necesario para la biosíntesis de mucopolisacáridos durante la formación de la matriz orgánica del hueso. Además, participa en el sistema inmune y es importante para la reproducción. Su deficiencia causa discapacidad, anormalidades en el esqueleto, reduce la producción de leche y ataxia en recién nacidos. Juega un papel importante en el sistema nervioso al formar parte de glutamino-sintetasa, una enzima específica de las células de la astroglia que alimenta a las neuronas (Gorovits *et al.*, 1997). Sin embargo, Olguín *et al.*, 2011 sugieren que es importante para la fijación del calcio procedente de los huesos en las astas, y que su deficiencia en la dieta produce que el hueso se fracture en 55% de los casos (Landete-Castillejos *et al.*, 2010).

d). Selenio. Es el componente principal de las selenoproteínas (aproximadamente 35) además de estar estrechamente ligado a la vitamina E, también interviene en mejorar la respuesta inmune y la respuesta antiparasitaria (McDowell, 2003; Suttle, 2010). Su deficiencia produce distrofia muscular (debilidad y pérdida progresiva de la masa muscular).

e). Zinc. Existen más de 1000 proteínas asociadas al zinc. Participa en la producción y secreción de testosterona, insulina, corticoesteroides adrenales, neurogénesis, síntesis de proteína y el metabolismo de los carbohidratos. Su deficiencia se ve reflejada en una reducción del consumo de alimento y en el crecimiento, seguida de lesiones de piel y pérdida de pelo. En la cuerna se pueden encontrar altos valores de zinc (generalmente en la punta) lo que indicaría que la cuerna no ha terminado de mineralizarse completamente (Landete-Castillejos *et al.*, 2007).

f). Boro. Juega un rol importante en la salud del hueso, ya que forma parte de las hormonas esteroideas involucradas en la prevención de la pérdida de calcio y desmineralización del hueso. El boro también mejora las propiedades mecánicas del hueso, incluso en condiciones de buena alimentación y sin que exista deficiencia del mismo (McCoy *et al.*, 1994; Armstrong *et al.*, 2002; Naghii *et al.*, 2006). Su deficiencia no es habitual en herbívoros, ya que es un mineral

esencial para el desarrollo de las plantas, aunque en caso de producirse puede causar baja concepción.

g). Estroncio. El efecto del estroncio en los huesos puede llegar a ser muy similar al que el calcio ya que químicamente es de la misma familia, y, por tanto, puede reemplazarlo en la matriz mineral del hueso. A diferencia del calcio, el estroncio no es regulado por el cuerpo y por lo tanto puede llegar a ser un problema para la salud por intoxicación, provocando fracturas patológicas y osteomalacia (Suttle, 2010).

h). Silicio. Es el mineral más abundante en la tierra y generalmente abundante en las plantas, por lo que su deficiencia no es habitual. Promueve la formación del hueso, principalmente en el hueso cortical, es importante para la formación del principal componente orgánico del hueso: el colágeno (Seabron & Nielsen, 2002; Reffitt *et al.*, 2005). El incremento en la ingestión está positivamente correlacionado con la densidad ósea en huesos (Jugdaosingh *et al.*, 2004, 2008).

Importancia de los minerales en la dieta del venado cola blanca texano

Según Sánchez (1984) sí la dieta del venado cola blanca no cubre los requerimientos será una limitante para el crecimiento y desarrollo de huesos y cornamenta normal. Las hembras preñadas frecuentemente abortarán sus embriones por la deficiencia de calcio (Ca). Cuando un venado consume cantidades de fósforo inferiores a sus requerimientos mínimos, puede presentar enfermedades como el raquitismo y la anorexia, lo cual viene siendo el primer síntoma clínico de la deficiencia de este elemento. En animales cuya deficiencia de fósforo no es muy drástica su apariencia es deslucida, con un pelaje seco; en animales jóvenes en crecimiento, tanto los huesos como los dientes son menos densos y están menos mineralizados que en los animales no deficientes. Otros síntomas de deficiencia de fósforo son la baja producción, la cantidad de leche y la ganancia en peso.

Cuando el nitrógeno (N) es limitante para los animales se pueden producir síntomas de deficiencia como: anorexia, disminución en el crecimiento, disminución en la utilización del alimento, disminución en la concentración sérica de proteína, anemia, acumulación de grasa en el hígado, edema en casos severos, bajo peso de crías al nacer, disminución en la producción de leche y reducción en la síntesis de algunas enzimas y hormonas (Church, 1988).

La lactancia es una etapa particularmente interesante para estudiar la necesidad de minerales, ya que es un estado muy exigente de minerales para las hembras debido a la producción de leche. Además, las crías de venado también necesitan grandes cantidades de minerales ya que la lactancia influye en el tamaño futuro del cuerpo y del esqueleto (Gómez *et al.*, 2006), así como en el tamaño de las astas (Gaspar-López *et al.*, 2008) o reproducción (Carrión *et al.*, 2008).

Esto es especialmente importante para los machos ya que el crecimiento de la cornamenta exige una desmineralización de los estratos de larga duración de las astas (Muir *et al.*, 1987). Ceacero *et al.*, (2008) realizaron un estudio en España en ciervos rojos (*Cervus elaphus*), para conocer si esta especie de cérvido elige plantas en función de su contenido mineral. Otro estudio realizado por Domínguez *et al.*, (2012) hablan sobre la Importancia nutrimental en plantas forrajeras del matorral espinoso tamaulipeco para el venado cola blanca y el ganado.

Gaspar López *et al.*, (2008) elaboraron un estudio donde describieron el proceso de crecimiento del pedículo y la primera cornamenta en el ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*) y documentaron las relaciones entre el desarrollo corporal, el suministro y la composición mineral de la leche materna, y el peso materno en la longitud de las primeras cornamentas.

Dieta del venado cola blanca especies preferidas y básicas

El venado cola blanca es un herbívoro ramoneador muy selectivo. Su dieta consiste principalmente de hojas y retoños de muchas plantas arbustivas, enredaderas, hierbas verdes y suculentas, pastos, bellotas, hongos, plantas acuáticas y otros tipos de partes de plantas que tengan una altura de alrededor de 1.5 m (Ramírez-Lozano, 2004). Zaragoza *et al*, 1994 mencionan que el venado cola blanca se adapta a los forrajes como pocos rumiantes, en condiciones bastante severas puede sobrevivir aun teniendo una sola especie forrajera durante todo el invierno; utilizan arbustos y árboles que las especies domésticas no pueden consumir, ya que algunas plantas contienen aceites y resinas que inhiben la fermentación ruminal en especies domésticas. Las plantas que aparecen más en la dieta que en la estructura poblacional son consideradas preferidas y aquellas que aparecen en igual porcentaje en la dieta que en el ecosistema se consideran como especies básicas: *Bernardia myricaefolia*, *Bumelia celastrina*, *Caesalpinia mexicana*, *Celtis pallida*, *Cordia boissieri*, *Diospyros texana*, *Ebenopsis ébano*, *Gimnosperma glutinosum*, *Hibiscus cardiophyllus*, *Karwinskia humboldtiana*, *Lantana macropoda*, *Leucaena leucocephala*, *Schaefferia cuneifolia*, *Vachellia berlandieri*, *Vachellia farnesiana*, *Zanthoxylum fagara*. Todas las especies antes mencionadas son representativas del MET del noreste de México y forman parte de la dieta del venado cola blanca (*O. v texanus*) (Everitt *et al.*, 2002).

La alimentación óptima predice que los animales deberían poder evaluar el contenido de nutrientes importantes en los alimentos. Los ungulados discriminan sodio (Na) y fosforo (P), pero la discriminación de otros minerales es controvertida a pesar de que también son esenciales y, a menudo, limitantes. Los científicos animales han explicado este sabor a través de la palatabilidad, que predice el mismo patrón de discriminación para las crías y las hembras y un mayor consumo por parte de estos últimos. Aprendizaje social también puede estar involucrado, prediciendo una correlación entre la madre y la cría y un menor consumo por parte de este último. El estudio realizado por Ceacero *et al.*, (2010) examina el consumo y comportamiento de los minerales

suplementados de libre elección por hembras y crías de ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*) para discernir entre estas hipótesis.

Ceacero *et al.*, (2025) evaluaron la importancia relativa del contenido mineral de las plantas en la selección de la dieta del ciervo (*Cervus elaphus hispanicus*) en forma anual. Determinaron el contenido de minerales y proteínas en 35 especies de plantas mediterráneas comunes (las más comunes en el área de estudio). Estas especies de plantas se clasificaron previamente como preferidas y no preferidas. Encontraron que los ciervos preferían plantas con bajos contenidos de Ca, Mg, K, P, S, Cu, Sr y Zn.

JUSTIFICACIÓN

El venado cola blanca es la especie de cérvidos con una amplia distribución, encontrándose en todo México excepto en la península de baja california (Villarreal 1999). Existen muchos estudios sobre esta especie, pero son muy pocos los estudios referentes a la composición mineral de las especies vegetales del matorral espinoso tamaulipeco y sobre todo la deficiencia mineral que existe en la dieta del venado cola blanca texano, por lo que es importante generar información necesaria para aplicarla en la gestión cinegética. Además, que esta actividad busca producir trofeos de buena calidad y maximizar la productividad que tiene un rancho cinegético.

En base a lo anterior, este estudio genera información cuantitativa sobre la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies presentes, así como también índices que ayudan a conocer la situación del hábitat del venado cola blanca en el noreste de México, también ofrece información sobre el contenido mineral (Ca, P, K, Mg, Na, Cu, Fe, Mn, Zn) de las plantas consumidas por el venado. Esta información se aplicará al campo del sector cinegético, especialmente en el manejo del venado cola blanca y, ya que al proporcionar información sobre la composición mineral de las plantas que el venado utiliza como dieta, se podrán realizar restauraciones, conservación y el manejo del hábitat de dicha especie para poder satisfacer los requerimientos minerales de este rumiante.

HIPÓTESIS

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) selecciona y consume los minerales deficientes en su dieta especialmente las crías en etapas de desarrollo.

H1 = Existen diferencias significativas entre las medias en el consumo de minerales de machos hembras y crías. (no son iguales)

H0 = No existen diferencias significativas entre las medias en el consumo de minerales de machos hembras y crías. (son iguales)

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el consumo voluntario de minerales de libre elección por el venado cola blanca (*O. v. texanus*), debido a las deficiencias en su dieta en el matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Caracterizar el matorral espinoso tamaulipeco dentro de la UMA Mejoramiento Genético del Venado Cola Blanca del Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL.
- 2) Identificar las especies preferidas y básicas que forman parte de la dieta del venado cola blanca.
- 3) Determinar el contenido de macro y micro minerales de las plantas que forman parte de la dieta del venado cola blanca.
- 4) Determinar el consumo voluntario de machos, hembras y crías de macro y micro minerales, por estación del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la UMA-intensiva, Centro de Mejoramiento Genético de Venado Cola Blanca (No. De Registro PVSNL-UMA-EX0296-NL), con una extensión de 85 ha., propiedad del Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL, localizado en el municipio de Linares, N.L., entre las coordenadas $24^{\circ} 47' 41.78''$ N y $99^{\circ} 45' 56.82''$, con una elevación de 350 m.s.n.m. con una extensión total de 970 ha. (ver Fig. 1).

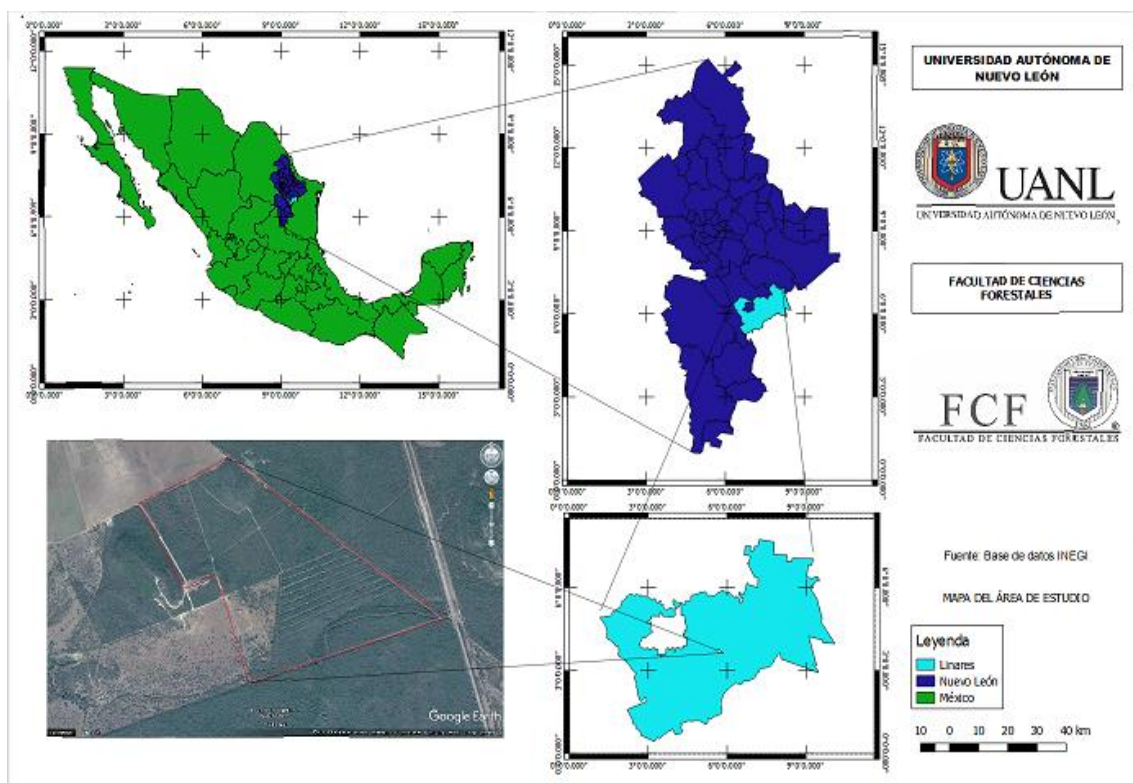


Figura 1. Localización del área de estudio dentro del Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL.

Caracterización del área de estudio

Se evaluó la estructura, composición florística y diversidad del hábitat del venado cola blanca durante las cuatro estaciones del año, en el noreste de México.

Para cada especie se determinó su abundancia, cobertura, y frecuencia. Los resultados se utilizaron para obtener el Índice de Valor de Importancia (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Estructura de la vegetación

Para determinar la estructura de la comunidad vegetal fueron identificados los siguientes estratos principales (formas de crecimiento).

- a). Estrato arbóreo
- b). Estrato arbustivo
- c). Estrato herbáceo

Composición florística

Para determinar la composición o caracterización de la vegetación del área, se utilizó en el muestreo la Línea de Canfield (1941) o línea de intercepto.

La ecuación para obtener el número de líneas necesarias para el muestreo es la siguiente (Cook y Bonham, 1977):

$$n = \frac{(t)^2 * s^2}{d} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

n = # de muestras

t = valor tabulado de t según los grados de libertad de (n-1)

S² = varianza de la muestra

d = El error

Dominancia

Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las intercepciones horizontales de las copas de los árboles en el transecto Mostacedo, B., y Fredericksen, T. (2000).

Formula:

$$Di = Abi / S$$

$$DRi = (Di / \sum Di) * 100 \quad (\text{Ecuación 2 y 3})$$

$$i = 1 \dots n$$

Dónde:

D_i : Dominancia absoluta

DR_i : Dominancia relativa de la especie i respecto a la dominancia total

Ab_i : Longitud de los interceptos de la especie i

S : Longitud de la línea

Abundancia

Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema). (Lamprecht, 1990).

Formula:

$$Ai = Ni / S$$

$$ARi = (Ai / \sum Ai) * 100 \quad (\text{Ecuación 4, 5 y 6})$$

$$A = (n / N) * 100$$

Dónde:

A_i : Abundancia absoluta

AR_i : Abundancia relativa de la especie número de individuos de una especie

N_i : Es el número de individuos de la especie i número total de todas las especies

A : Porcentaje de abundancia por especie

n : Número de individuos por especie

N : Número total de todas las especies

Frecuencia

Formula:

$$Fi = Pi / NS$$
$$FRi = (Fi / \sum Fi) * 100 \quad (\text{Ecuación 7 y 8})$$
$$i = 1 \dots n$$

Dónde:

Fi: Frecuencia de cada especie.

FRi: Frecuencia relativa de la especie *i* respecto a la frecuencia total

Pi: Número de sitios en los que está presente la especie *i*.

NS: Número total de sitios de muestreo

Índice de Valor de Importancia

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam y Curtis, 1956). Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa la densidad relativa y la dominancia relativa

Formula:

$$IVI = ARi + DRi + FRi \quad (\text{Ecuación 9})$$

Dónde:

ARi: Abundancia Relativa

DRi: Dominancia Relativa

FRi: Frecuencia Relativa

Identificación de las especies preferidas y básicas que forman parte de la dieta del venado cola blanca

Aquellas plantas que aparecen más en la dieta que en la estructura poblacional son consideradas preferidas y aquellas que aparecen en igual porcentaje en la dieta que en el ecosistema se consideran como especies básicas.

Para la identificación de las plantas preferidas y básicas en la dieta del venado cola blanca, se revisó la literatura sobre dietas del venado en diferentes lugares del noreste de México, que fueron elaboradas en el matorral espinoso tamaulipeco y se compararon las dietas con la obtenida en el Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL y con la estructura vegetal del lugar. Estas especies (preferidas y básicas), fueron consideradas para ser evaluadas para la proporción de minerales en la dieta del venado cola blanca.

Determinación del contenido de macro y micro minerales de las plantas que forman parte de la dieta del venado cola blanca

Se determinó el contenido mineral de 16 especies de plantas preferidas por el venado cola blanca, esto con la finalidad de obtener el perfil nutricional de las plantas palatables del venado y evaluar si esta selección está vinculada al contenido mineral. Los resultados de este estudio son importantes para la gestión cinegética ya que se necesita un mejor conocimiento del proceso de selección de la dieta con el fin de proporcionar una base para la gestión del hábitat del venado y sus poblaciones (Dumont *et al.*, 2005; Foley y Moore, 2005, Barret y Stiling, 2006). Además, la determinación de la composición mineral de las plantas servirá para posibles restauraciones, conservación y manejo de ecosistemas, así como la elaboración de los bloques dependiendo de su deficiencia, con la finalidad de satisfacer sus requerimientos nutricionales en todos sus estados fisiológicos.

Colecta

Para el muestreo se empleó el método aleatorio que consiste en darle a cada una de las plantas del área la misma probabilidad de ser incluidas en la muestra. Las muestras estaban libres de contaminantes de plaguicidas. Se utilizaron envases nuevos y en perfecto estado de limpieza.

Las muestras del follaje de cada especie de planta fueron colectados a la altura de ramoneo (1.50 m), se tomaron cuatro muestras por cada especie de planta seleccionadas al azar (Cochran, 1977). Las hojas fueron cortadas con tijeras inoxidable y guantes de látex para evitar la contaminación de las muestras, posteriormente fueron colocadas dentro de bolsas de papel y almacenadas para su transporte.

Preparación de la muestra para el análisis químico

Secado y Conservación

Se realizó el secado a una temperatura de 75 C° hasta que perdieron toda la humedad (peso constante). Una vez que las muestras tuvieron un peso constante, se realizó la reducción del tamaño de cada muestra moliéndolas a través de una malla de 1 mm en un molino Wiley, esto con la finalidad de preparar la muestra para el análisis del laboratorio. El material estaba perfectamente seco antes de guardarlo en un recipiente hermético, teniendo completa precaución para evitar que se desarrollaran hongos. Las bolsas se etiquetaron con el nombre de la planta, número de muestra, fecha, estación y el lugar de recolección. Se guardó en un lugar fresco y ventilado, a la sombra, protegido de la luz.

Determinación de minerales

Para esta prueba se utilizó el Espectrofotómetro de Emisión Atómica Acoplado a Plasma.

Las muestras se prepararon de la siguiente manera:

1. Se llevó a cabo una digestión húmeda de las mismas donde se pesó 0.5 g de cada una y se introdujo dentro de un matraz de 250 ml.
2. Se agregó 25 ml de ácido nítrico concentrado.
3. Se colocó en la parrilla de calentamiento y se llevó hasta casi dejar seca la muestra.
4. Se retiró de la parrilla y se agregó agua bidestilada cuidadosamente por las paredes del matraz.
5. Se agregó 10 ml de ácido perclórico concentrado.
6. Nuevamente fue colocado en la parrilla hasta llevarlo casi a la sequedad.
7. Se sacó de la parrilla para nuevamente agregar agua bidestilada por las paredes del matraz.
8. Se vació el contenido sobre un embudo de filtración rápida con papel filtro n°42 en un matraz de aforación de 50 ml.
9. Por último, se vació el contenido en un frasco plástico de 100 ml utilizando para colocar en el espectrofotómetro donde la muestra fue leída para obtener la composición mineral.

Parámetros analizados

Los parámetros analizados fueron Calcio (Ca), Fósforo (P), Magnesio (Mg), Potasio (K) que corresponden a los macro-minerales y el Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn) y Cobre (Cu) pertenecientes a los micro-minerales de cada planta.

Determinación del consumo de macro y micro minerales, por estación del año

Los nutrientes minerales juegan un papel importante no únicamente en procesos y funciones biológicas de la planta, sino determinan en gran medida la cantidad y calidad de forrajes, e incrementan la productividad del mismo cuando las condiciones climáticas son favorables (Dominguez *et al.* 2012).

Los macro-minerales y micro-minerales que las plantas del MET contienen están definidos y son cambiantes en su disponibilidad a lo largo del año (Landete-Castillejos *et al.*, 2007).

El experimento se realizó durante un año con hembras, machos adultos y crías. Los animales de estudio se mantuvieron cautivos en los recintos de la universidad. Los animales fueron alimentados con las siguientes plantas: *Bernardia myricaefolia*, *Sideroxylon celastrinum*, *Caesalpinia mexicana*, *Celtis pallida*, *Cordia boissieri*, *Diospyros texana*, *Ebenopsis ébano*, 8). *Gymnosperma glutinosum*, *Hibiscus cardiophyllus*, *Karwinskia humboldtiana*, *Lantana macropoda*, *Leucaena leucocephala*, *Schaefferia cuneifolia*, *Senegalia berlandieri*, *Vachellia farnesiana*, *Zanthoxylum fagara*. Todas las especies son representativas del MET del noreste de México (Everitt *et al.*, 2002).

Se ofrecieron seis compuestos minerales altamente biodisponibles en bloques y se pesaron mensualmente, el consumo por estación del año, se estimó por diferencias entre la cantidad ofrecida y la cantidad de minerales que queda al final de cada estación. Los receptores tuvieron acceso libre a comida, agua y los bloques minerales.

Los bloques se componen por:

- 1). Fósforo (P), este mineral es un nutriente limitante en el noreste de México para los rumiantes en pastoreo que consumen la vegetación nativa. (McDowell 2003).
- 2). Potasio (K).
- 3). Magnesio (Mg), la mayoría de las plantas analizadas contienen K y Mg en porcentajes similares a los del P, sin embargo, estos minerales no son nutrientes limitantes para el crecimiento y el desarrollo corporal de los animales rumiantes (Ramírez *et al.* 2010).
- 4). Hierro (Fe), Dominguez *et al.*, (2012) y Suttle (2010) mencionan su deficiencia causa pérdida de apetito, un crecimiento pobre y dificultades respiratorias.

5). Cobre (Cu), Dominguez *et al.*, (2010) encontró que las plantas que crecen en el noreste de México, tiene concentraciones marginalmente menores de Cu a los requeridos por los rumiantes en pastoreo para llevar a cabo las funciones metabólicas y que en muchas regiones del mundo, la deficiencia de Cu después de la de Fósforo (P), es la más importante para animales en pastoreo (McDowell, 1985).

6). Sodio (Na), el Na es el mineral más deficiente en las plantas del noreste de México. (Landete-Castillejos *et al.*, 2007)

Suplementos minerales

Se colocó una cadena de contenedores con diferentes materiales minerales dentro de un cobertizo de madera, a salvo del viento y la lluvia, en una prueba mineral de libre elección estilo cafetería. Los minerales comúnmente utilizados como suplementos se seleccionaron en la forma química inorgánica de mayor biodisponibilidad, definida como la porción del mineral que puede ser utilizada por el animal para satisfacer sus necesidades corporales (Ward y Lardy, 1995; McDowell, 2005). A los animales se les ofreció los contenidos recomendados para los rumiantes. Por lo tanto, los minerales que muestran un umbral tóxico bajo se mezclaron con la concentración de cloruro de sodio (NaCl) que implica un compromiso entre la detectabilidad y la seguridad (Tabla 1); (Ward y Lardy, 2005; Arthington, 2002; McDowell, 2003). Los bloques se pesaron mensualmente con una balanza portátil Gram Precisión AK Eagle 30 (± 1 g). Los elementos de los supuestos de consumo total (P, K, Mg, Fe, Cu, Na), se determinaron a través del consumo total de cada uno de los elementos.

Tabla 1. Fórmulas empíricas, concentración de minerales y formato de minerales ofrecidos al venado cola blanca en una prueba de cafetería de libre elección.

Elemento químico	Suplemento	Formula empírica	Elección ofrecida	Concentración de minerales
P	Fosfato dicálcico	CaHPO_4	Mezclado en NaCl al 12% CaO 8%	80%
K	Cloruro de potasio	KCl	Mezclado en NaCl al 12% CaO 8%	80%
Mg	Sulfato de magnesio	MgSO_4	Mezclado en NaCl al 12% CaO 8%	80%
Fe	Sulfato de hierro	FeSO_4	Mezclado en NaCl al 67% CaO 8%	25%
Cu	Sulfato de cobre	CuSO_4	Mezclado en NaCl al 67% CaO 8%	25%
Na	Cloruro de sodio	NaCl	Mezclado en CaO 8%	92%

RESULTADOS

Caracterización del matorral espinoso tamaulipeco dentro de la UMA Centro de Investigación en Producción Agropecuaria de la UANL.

En la tabla 2 a continuación se muestra el índice de valor de importancia (IVI) de cada especie encontrada en el matorral espinoso tamaulipeco en primavera, *Havardia pallens* con un IVI de 36.79, *Eisenhardtia polystachia* con un valor de 29.30 y *Vachellia rigidula* con IVI de 25.90 se encuentran en los primeros 3 lugares de valor de importancia del hábitat.

Tabla 2. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en primavera.

Parámetros Ecológicos del Matorral Espinoso Tamaulipeco en la estación de Primavera					
ID	Especie	Abundancia	Frecuencia	Dominancia	IVI
1	<i>Havardia pallens</i>	12.03	9.05	15.71	36.79
2	<i>Eisenhardtia polystachia</i>	11.51	9.05	8.74	29.3
3	<i>Vachellia rigidula</i>	8.59	9.5	7.81	25.9
4	<i>Guayacum angustifolia</i>	8.93	5.43	10.62	24.98
5	<i>Bernardia myricaefolia</i>	9.97	8.15	5.98	24.1
6	<i>Forestiera angustifolia</i>	7.73	9.05	6.2	22.98
7	<i>Helietta parvifolia</i>	6.53	4.98	9.88	21.39
8	<i>Zanthoxylum fagara</i>	5.84	5.88	5.84	17.56
9	<i>Cordia boissieri</i>	4.12	5.88	5.15	15.15
10	<i>Citharexylum berlandieri</i>	3.26	4.53	3.61	11.4
11	<i>Randia aculeata</i>	3.78	4.53	2.67	10.98
12	<i>Diospyros palmeri</i>	2.75	4.53	2.91	10.19
13	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	3.61	4.98	1.59	10.18
14	<i>Malpighia glabra</i>	2.58	4.07	1.51	8.16
15	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	0.69	0.91	4.02	5.62
16	<i>Leucophyllum frutescens</i>	1.89	2.26	1.45	5.6
17	<i>Celtis pallida</i>	1.2	1.81	2.2	5.21
18	<i>Condalia hookeri</i>	1.03	1.81	2.36	5.2
19	<i>Castela texana</i>	1.72	0.91	0.38	3.01
20	<i>Neopringlea integrifolia</i>	1.37	0.91	0.62	2.9
21	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	0.34	0.45	0.15	0.94
22	<i>Amyris madrensis</i>	0.17	0.45	0.29	0.91
23	<i>Amyris texana</i>	0.17	0.45	0.28	0.9
24	<i>Senegalia berlandieri</i>	0.17	0.45	0.03	0.65
		99.98	100	100	299.98

En la tabla 3 encontramos el índice de valor de importancia (IVI) de cada especie encontrada en el matorral espinoso tamaulipeco (MET) en verano, destacando en primer lugar con un valor de 29.15 *Vachellia farnesiana* seguida por *Senegalia berlandieri* con un IVI de 27.63 y *Havardia pallens* con valores de 24.72.

Tabla 3. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en verano.

Parámetros Ecológicos del Matorral Espinoso Tamaulipeco en la estación de Verano					
ID	Especie	Abundancia	Frecuencia	Dominancia	IVI
1	<i>Vachellia farnesiana</i>	12.69	8.77	7.69	29.15
2	<i>Senegalia berlandieri</i>	12.69	4.82	10.12	27.63
3	<i>Havardia pallens</i>	0.52	8.77	15.43	24.72
4	<i>Forestiera angustifolia</i>	6.74	9.21	7.09	23.04
5	<i>Cordia boissieri</i>	6.48	7.02	7.01	20.51
6	<i>Helietta parvifolia</i>	8.03	3.95	7.48	19.46
7	<i>Diospyros palmeri</i>	7.51	5.26	5.63	18.4
8	Desconocida	0.26	7.9	9.92	18.08
9	<i>Zanthoxylum fagara</i>	7.25	5.7	4.07	17.02
10	<i>Randia aculeata</i>	6.74	5.7	3.35	15.79
11	<i>Bernardia myricaefolia</i>	0.26	7.9	5.24	13.4
12	<i>Citharexylum berlandieri</i>	4.4	3.95	4.13	12.48
13	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	5.18	4.82	1.5	11.5
14	<i>Celtis pallida</i>	3.11	3.07	2.63	8.81
15	<i>Leucophyllum frutescens</i>	3.11	3.07	2.11	8.29
16	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	3.63	1.75	1.4	6.78
17	<i>Condalia hookeri</i>	2.07	1.75	2.65	6.47
18	<i>Prosopis laevigata</i>	4.15	0.44	0.28	4.87
19	<i>Malpighia glabra</i>	1.81	1.75	0.66	4.22
20	<i>Neopringlea integrifolia</i>	1.55	1.75	0.49	3.79
21	<i>Amyris texana</i>	0.52	0.88	0.39	1.79
22	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	0.52	0.44	0.37	1.33
23	<i>Amyris madrensis</i>	0.26	0.44	0.2	0.9
24	<i>Castela texana</i>	0.26	0.44	0.14	0.84
25	<i>Sophora secundiflora</i>	0.26	0.44	0.02	0.72
		100	100	100	300

Los valores obtenidos en la estación de otoño se muestran en la tabla 4, para la especie de *Havardia pallens* el IVI obtenido fue de 34.15 seguida por *Eysenhardtia polystachya* con 32.64 y *Vachellia farnesiana* con un IVI de 16.67.

Tabla 4. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en otoño.

Parámetros Ecológicos del Matorral Espinoso Tamaulipeco en la estación de Otoño					
ID	Especie	Abundancia	Frecuencia	Dominancia	IVI
1	<i>Havardia pallens</i>	12.52	4.31	17.32	34.15
2	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	14.55	7.19	10.9	32.64
3	<i>Forestiera angustifolia</i>	8.97	6.71	7.64	23.32
4	<i>Bernardia myricaefolia</i>	7.78	4.79	4.64	17.21
5	<i>Vachellia rigidula</i>	9.31	1.43	6.4	17.14
6	<i>Cordia boissieri</i>	3.72	6.23	6.47	16.42
7	<i>Amyris madrensis</i>	6.09	0.95	8.36	15.4
8	<i>Citharexylum berlandieri</i>	3.72	7.67	3.6	14.99
9	<i>Leucophyllum frutescens</i>	2.54	9.1	1.87	13.51
10	<i>Senegalia berlandieri</i>	5.08	0.47	7.61	13.16
11	<i>Zanthoxylum fagara</i>	5.41	2.39	5.17	12.97
12	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	3.21	8.14	1.3	12.65
13	<i>Diospyros palmeri</i>	3.89	3.35	5.21	12.45
14	<i>Castela texana</i>	0.17	9.58	0.18	9.93
15	<i>Randia aculeata</i>	5.58	0.28	3.08	8.94
16	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	0.17	8.14	0.13	8.44
17	<i>Celtis pálida</i>	1.69	3.35	2.51	7.55
18	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	0.85	4.79	1.86	7.5
19	<i>Amyris madrensis</i>	0.34	5.27	0.32	5.93
20	<i>Malpighi glabra</i>	1.69	1.91	1.27	4.87
21	<i>Condalia hookeri</i>	1.35	0.47	3.02	4.84
22	<i>Amyris texana</i>	0.17	2.39	0.34	2.9
23	<i>Neopringlea integrifolia</i>	1.02	0.47	0.59	2.08
24	<i>Prosopis laevigata</i>	0.17	0.47	0.2	0.84
		99.99	100	99.99	299.9

En la tabla 5. Se muestra el índice de valor de importancia (IVI) de cada especie encontrada en el matorral espinoso tamaulipeco en la estación de invierno, destacando el valor más alto *Havardia pallens* con 27.74, seguido de *Senegalia berlandieri* 25.80, y *Helietta parvifolia* con un IVI de 21.47.

Tabla 5. Valores de abundancia, frecuencia, dominancia y valor de importancia de las especies del MET en invierno.

Parámetros Ecológicos del Matorral Espinoso Tamaulipeco en la estación de Invierno					
ID	Especie	Abundancia	Frecuencia	Dominancia	IVI
1	<i>Havardia pallens</i>	13.69	0.5	13.55	27.74
2	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	7.95	7.52	9.34	24.81
3	<i>Senegalia berlandieri</i>	9.05	4.51	11.24	24.8
4	<i>Vachellia rigidula</i>	7.95	5.51	6.55	20.01
5	<i>Bernardia myricaefolia</i>	11.7	0.5	7.34	19.54
6	<i>Forestiera angustifolia</i>	7.95	0.5	8.33	16.78
7	<i>Cordia boissieri</i>	4.19	5.51	6.22	15.92
8	<i>Helietta parvifolia</i>	6.62	1.5	7.45	15.57
9	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	3.31	9.52	1.8	14.63
10	<i>Zanthoxylum fagara</i>	5.52	5.51	3.12	14.15
11	<i>Diospyros texana</i>	6.18	1	5.24	12.42
12	<i>Desconocida</i>	1.77	9.02	1.58	12.37
13	<i>Desconocida</i>	0.22	11.53	0.22	11.97
14	<i>Malpighia glabra</i>	1.55	8.52	1.69	11.76
15	<i>Randia rhagocarpa</i>	6.18	0.5	3.44	10.12
16	<i>Castela texana</i>	0.22	9.02	0.3	9.54
17	<i>Prosopis laevigata</i>	0.44	5.51	2.4	8.35
18	<i>Condalia hookeri</i>	1.77	1.5	3.77	7.04
19	<i>Celtis pallida</i>	1.32	2.51	2.88	6.71
20	<i>Amyris texana</i>	0.22	5.51	0.06	5.79
21	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	0.44	2.51	0.86	3.81
22	<i>Desconocida</i>	1.1	0.5	1.86	3.46
23	<i>Amyris madrensis</i>	0.44	1	0.25	1.69
24	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	0.22	0.24	0.44	0.9
		100	100	99.93	299.93

Determinación del contenido de macro y micro minerales de las plantas que forman parte de la dieta del venado cola blanca

Las especies preferidas y básicas que forman parte de la dieta del venado cola blanca se enlistan a continuación:

- *Bernardia myricaefolia*
- *Sideroxylon celastrinum*
- *Caesalpinia mexicana*
- *Celtis pallida*
- *Cordia boissieri*
- *Diospyros texana*
- *Ebenopsis ebano*
- *Gymnosperma glutinosum*
- *Hibiscus cardiophyllus*
- *Karwinskia humboldtiana*
- *Lantana macropoda*
- *Leucaena leucocephala*
- *Schaefferia cuneifolia*
- *Senegalia berlandieri*
- *Vachellia farnesiana*
- *Zanthoxylum fagara*

El Calcio (Ca) que consumen los rumiantes en pastoreo se encuentra en concentraciones suficientes, durante todo el año, para satisfacer los requerimientos de rumiantes en pastoreo, en todos sus estados fisiológicos. Las especies de plantas vegetales que mostraron un mayor contenido de calcio (Ca) en este estudio son *Bernardia myricaefolia* con un valor de 59.5 g/Kg seguida de *Cordia boissieri* y *Celtis pallida* con valores de 53.3 y 51.2 g/Kg respectivamente, la especie con menor concentración de calcio (Ca) fue *Ebenopsis ébano* con 16 g/Kg mientras que la especie con mayor Fosforo (P) fue *Gymnosperma glutinosum* con 7.7 g/Kg seguido de *Vachellia farnesiana* con

6.4 g/Kg la planta con menos fosforo (P) fue *Karwinskia humboldtiana* y *Sideroxylon celastrinum* ambas con 0.8 g/Kg.

Se encontró a la mayoría de las especies con porcentajes bajos de Sodio (Na) tales como: *Bernardia myricaefolia*, *Sideroxylon celastrinum*, *Caesalpinia mexicana*, *Cordia boissieri*, *Diospyros texana*, *Ebenopsis ebano*, *Hibiscus cardiophyllus*, *Karwinskia humboldtiana*, *Leucaena leucocephala*, *Schaefferia cuneifolia* y *Zanthoxylum fagara* con un valor del 0.10 g/Kg, la especie con mayor contenido de sodio (Na) fue *Celtis pallida* con 0.30 g/Kg. En cuanto a potasio (K) la especie con mayor valor fue *Hibiscus cardiophyllus* con 15.70 g/Kg y la especie con menor valor fue *Sideroxylon celastrinum* con 4.80 g/Kg (Tabla 6).

Tabla 6.- Media de la composición de macro-minerales de las plantas consumidas por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en el noreste de México.

ID	Planta	Macro-minerales (g/Kg)				
		Ca	P	Mg	Na	K
1	<i>Bernardia myricaefolia</i>	59.5	4.0	18.1	0.10	6.9
2	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	18.1	0.8	3.2	0.10	4.8
3	<i>Caesalpinia mexicana</i>	17.1	1.4	2.0	0.10	7.8
4	<i>Celtis pallida</i>	51.2	1.1	7.4	0.30	8.9
5	<i>Cordia boissieri</i>	53.3	3.5	16.1	0.10	11.8
6	<i>Diospyros texana</i>	31.5	1.0	4.3	0.10	6.2
7	<i>Ebenopsis ébano</i>	16.0	2.0	2.6	0.10	9.2
8	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	21.2	7.7	11.6	0.30	10.7
9	<i>Hibiscus cardiophyllus</i>	28.0	1.1	6.9	0.10	15.7
10	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	19.6	0.8	1.5	0.10	8.9
11	<i>Lantana macropoda</i>	43.8	5.0	19	0.10	12.6
12	<i>Leucaena leucocephala</i>	16.2	2.7	5.5	0.10	8.7
13	<i>Schaefferia cuneifolia</i>	17.0	1.1	2.3	0.10	8.2
14	<i>Senegalia berlandieri</i>	16.5	5.2	15.1	0.30	5.5
15	<i>Vachellia farnesiana</i>	34.8	6.4	11.7	0.10	5.6
16	<i>Zanthoxylum fagara</i>	17.2	1.5	4.0	0.10	7.6
	Promedio	28.8	2.8	8.2	0.14	8.6

Ca: Calcio, P: Fosforo, Mg: Magnesio, Na: Sodio, K: Potasio

La tabla 7 muestra el contenido de micronutrientes Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), zinc (Zn) y Cobre (Cu) que se analizaron en las 16 plantas consumidas por el venado cola blanca. las especies con mayor contenido de hierro (Fe) fueron, *Hibiscus cardiophyllus* 293.2 mg/Kg, *Gymnosperma glutinosum* 280.2 mg/Kg, *Senegalia berlandieri* 275.7mg/Kg y *Vachellia farnesiana* con 272.7 mg/Kg, *Caesalpinia mexicana* fue la especie que obtuvo el menor contenido de hierro (Fe) con 50.7 mg/Kg. La especie que obtuvo mayor contenido de manganeseo (Mn) fue *Diospyros texana* con 93.4 mg/Kg mientras que *Karwinskia humboldtiana* fue la más baja con 14.6 mg/Kg.

En cuanto al zinc (Zn) *Hibiscus cardiophyllus*, *Senegalia berlandieri*, *Karwinskia humboldtiana* presentaron valores de 116.8 mg/Kg, 115.6 mg/Kg, 114.2 mg/Kg respectivamente, sin embargo, todas las demás especies se encontraron con valores por debajo de 100 mg/Kg, mientras que el cobre (Cu) fue el mineral que se encontró en menos cantidad entre los otros tres micro minerales en todas las plantas consumidas por el venado, con valores por debajo de los 40 mg/Kg.

Tabla 7.- Media de la composición de micro-minerales de las plantas consumidas por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en el noreste de México.

ID	Planta	Micro-minerales (mg/Kg)			
		Fe	Mn	Zn	Cu
1	<i>Bernardia myricaefolia</i>	67.9	22.5	37.1	13.2
2	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	59.1	31.2	16.6	9.1
3	<i>Caesalpinia mexicana</i>	50.7	35.2	59.7	14.1
4	<i>Celtis pallida</i>	76.8	36.2	12.8	8.5
5	<i>Cordia boissieri</i>	75.9	22.0	40.8	22.8
6	<i>Diospyros texana</i>	161.1	93.4	16.8	9.4
7	<i>Ebenopsis ébano</i>	81.7	36.5	15.9	37.9
8	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	280.3	27.1	30.7	20.2
9	<i>Hibiscus cardiophyllus</i>	293.2	40.3	116.9	30.1
10	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	75.0	14.7	114.2	7.0
11	<i>Lantana macropoda</i>	100.8	22.6	45.3	17.1
12	<i>Leucaena leucocephala</i>	104.0	28.2	35.9	17.0
13	<i>Schaefferia cuneifolia</i>	58.0	15.0	20.4	10.3
14	<i>Senegalia berlandieri</i>	275.7	62.5	115.7	30.6
15	<i>Vachellia farnesiana</i>	272.8	91.3	76.0	24.6
16	<i>Zanthoxylum fagara</i>	82.0	41.3	28.1	31.5
	Promedio	132.2	38.8	48.9	19.0

Determinación del consumo voluntario de machos, hembras y crías de macro y micro minerales, por estación del año.

El experimento involucro hembras, machos adultos y crías, los animales de estudio se mantuvieron cautivos en los recintos de la universidad durante un año, se ofrecieron seis compuestos minerales en bloques y se pesaron mensualmente, se detectaron 5 épocas de importancia energética y de nutrientes para el venado cola banca texano: Reproducción o corrida (noviembre a febrero), muda de astas (Marzo y abril), crecimiento de astas (mayo a septiembre), post reproducción (marzo a junio) y nacimientos (julio a

septiembre). El consumo de cada uno de los minerales por época para machos se muestra a continuación (Tabla 8).

Tabla 8: Consumo voluntario de machos venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) de macro y micro minerales, por estación del año.

Época	Mes	Machos (8 individuos)					
		Magnesio(Kg)	Hierro(Kg)	Fosforo(kg)	Potasio(Kg)	Cobre(Kg)	Sodio(Kg)
Reproducción	nov-feb	0	0.150	0	0	0.088	0.003
Muda de astas	mar-abr	0.295	0.548	0.175	0.095	0.200	0.195
Crecimiento de astas	may-sep	0.095	1.984	1.651	0.750	1.918	1.544
Consumo promedio por año		0.078	0.536	0.365	0.169	0.441	0.348
Consumo total		0.390	2.682	1.826	0.845	2.206	1.742
Consumo por individuo		0.049	0.335	0.228	0.106	0.276	0.218
Consumo mineral puro		0.039	0.084	0.183	0.084	0.069	0.200

La tabla 9 muestra el consumo mineral de las crías de venado cola blanca en el cual destaca el consumo de fosforo (P) de 0.439 gramos por individuo por año.

Tabla 9: Consumo voluntario de crías de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) de macro y micro minerales, por estación del año.

Época	Mes	Crías (6 individuos)					
		Magnesio(Kg)	Hierro(Kg)	Fosforo(kg)	Potasio(Kg)	Cobre(Kg)	Sodio(Kg)
Reproducción	nov-feb	0.198	0.175	0	0.345	0.085	0.020
Muda de astas	mar-abr	0.057	0.085	0.335	0.538	0.453	1.063
Crecimiento de astas	may-sep	0.633	1.346	2.956	0.372	1.141	0.568
Consumo promedio por año		0.178	0.321	0.658	0.251	0.336	0.330
Consumo total		0.888	1.606	3.291	1.255	1.679	1.651
Consumo por individuo		0.148	0.268	0.549	0.209	0.280	0.275
Consumo mineral puro		0.118	0.067	0.439	0.167	0.070	0.253

Estudiar el consumo mineral para las hembras es particularmente interesante, ya que existen etapas importantes para estudiar la necesidad de minerales, tales como la etapa post reproductiva que es un estado muy exigente de minerales para las hembras debido a la producción de leche.

En la tabla 10 se observa el consumo mineral por individuo de hembras venado cola blanca, destacando el mayor consumo de sodio de 0.473 gramos por individuo por año.

Tabla 10: Consumo voluntario de hembras venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) de macro y micro minerales, por estación del año.

Época	Mes	Hembras (5 individuos)					
		Magnesio(Kg)	Hierro(Kg)	Fosforo(kg)	Potasio(Kg)	Cobre(Kg)	Sodio(Kg)
Reproducción	nov-feb	0.170	0	0	0.015	0.085	0.125
Post reproductiva	mar-jun	0.385	0.723	0.778	0.393	0.733	1.218
Nacimientos	jul-sep	0.533	1.162	0.094	1.588	1.784	1.230
Consumo promedio por año		0.218	0.377	0.174	0.399	0.520	0.515
Consumo total		1.088	1.885	0.872	1.996	2.602	2.573
Consumo por individuo		0.218	0.377	0.174	0.399	0.520	0.515
Consumo mineral puro		0.174	0.094	0.140	0.319	0.130	0.473

De acuerdo con la hipótesis planteada:

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) selecciona y consume los minerales deficientes en su dieta especialmente las crías en etapas de desarrollo.

Se plantean las siguientes hipótesis para el análisis estadístico:

H1 = Existen diferencias significativas entre las medias en el consumo de minerales de machos hembras y crías. (no son iguales)

H0 = No existen diferencias significativas entre las medias en el consumo de minerales de machos hembras y crías. (son iguales)

Normalidad

Alfa $\alpha = 5\% = 0.05$

Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro wilk para muestras menores a 30 individuos.

Criterios de normalidad:

P-valor $\Rightarrow \alpha$ aceptar H0 = Los datos provienen de una distribución normal.

P-valor $\leq \alpha$ aceptar H1 = Los datos no provienen de una distribución normal.

Se efectuaron la prueba de normalidad de Shapiro Wilk mediante el programa estadístico SPSS obteniendo los datos de la tabla 11 donde se observan valores que indican que no existe normalidad en los datos.

Tabla 11: Pruebas de normalidad por sexo.

Normalidad		Shapiro Wilk		
		Sig.		α
magnesio	Machos	0.020	<	0.05
	Crías	0.044	<	0.05
	Hembras	0.361	>	0.05
Hierro	Machos	0.028	<	0.05
	Crías	0.003	<	0.05
	Hembras	0.046	<	0.05
fosforo	Machos	0.001	<	0.05
	Crías	0.001	<	0.05
	Hembras	0.002	<	0.05
potasio	Machos	0.002	<	0.05
	Crías	0.240	>	0.05
	Hembras	0.011	<	0.05
Cobre	Machos	0.002	<	0.05
	Crías	0.070	>	0.05
	Hembras	0.058	>	0.05
Sodio	Machos	0.002	<	0.05
	Crías	0.060	>	0.05
	Hembras	0.020	<	0.05
	Las variables de magnesio, hierro, fosforo potasio, cobre y sodio no se comportan de manera normal en machos, crías y hembras			

La prueba estadística no paramétrica elegida para el análisis de los datos fue la denominada H Kruskal Wallis Para muestras independientes (Tabla 12-13), en la cual los valores de significancia están por encima del valor de P (0.05) tanto para el análisis de consumo mineral por sexo (machos, crías, hembras) y por época (reproducción o corrida, muda de astas, crecimiento de astas, post reproductiva, nacimientos), lo cual indica que no existen diferencias significativas en cuanto al consumo mineral de magnesio, hierro, fosforo, potasio, cobre y sodio.

Tabla 12: Prueba de H Kruskal Wallis Para muestras independientes (pruebas estadísticas no paramétrica) por sexo.

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de magnesio es la misma entre las categorías de 1:machos-2:crias-3:hembras.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.648	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de hierro es la misma entre las categorías de 1:machos-2:crias-3:hembras.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.905	Conserve la hipótesis nula.
3	La distribución de fosforo es la misma entre las categorías de 1:machos-2:crias-3:hembras.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.950	Conserve la hipótesis nula.
4	La distribución de potasio es la misma entre las categorías de 1:machos-2:crias-3:hembras.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.810	Conserve la hipótesis nula.
5	La distribución de cobre es la misma entre las categorías de 1:machos-2:crias-3:hembras.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.981	Conserve la hipótesis nula.
6	La distribución de sodio es la misma entre las categorías de 1:machos-2:crias-3:hembras.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.928	Conserve la hipótesis nula.

Tabla 13: Prueba de H Kruskal Wallis para muestras independientes (pruebas estadísticas no paramétrica) por época.

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de magnesio es la misma entre las épocas de 1:reproduccion-2:muda astas-2:crecimiento astas-4:post reprodctiva-5:nacimientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.968	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de hierro es la misma entre las épocas de 1:reproduccion-2:muda astas-2:crecimiento astas-4:post reprodctiva-5:nacimientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.736	Conserve la hipótesis nula.
3	La distribución de fosforo es la misma entre épocas de 1:reproduccion-2:muda astas-2:crecimiento astas-4:post reprodctiva-5:nacimientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.338	Conserve la hipótesis nula.
4	La distribución de potasio es la misma entre las épocas de 1:reproduccion-2:muda astas-2:crecimiento astas-4:post reprodctiva-5:nacimientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.921	Conserve la hipótesis nula.
5	La distribución de cobre es la misma entre las épocas de 1:reproduccion-2:muda astas-2:crecimiento astas-4:post reprodctiva-5:nacimientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.807	Conserve la hipótesis nula.
6	La distribución de sodio es la misma entre las épocas de 1:reproduccion-2:muda astas-2:crecimiento astas-4:post reprodctiva-5:nacimientos.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.906	Conserve la hipótesis nula.

DISCUSIÓN

Calcio (Ca)

El forraje de plantas arbustivas nativas que crecen en el noreste de México y que son consumidas por el venado cola blanca (Ramírez *et al.*, 1997), contienen calcio (Ca) en concentraciones suficientes durante todo el año para satisfacer sus requerimientos en todos sus estados fisiológicos lo anterior es corroborado por los datos reportados por Ramírez Lozano (2003) y aquellos que aparecen en la Tabla 6 del presente trabajo de investigación. El venado cola blanca (*O. v. texanus*) muy probablemente no padecería ninguno de los síntomas de deficiencia de este mineral como: Disminución de leche, debilidad muscular, disfunción del rumen y corazón, raquitismo en animales jóvenes, osteomalacia en animales adultos y osteodistrofia fibrosa (Ramírez Lozano 2004).

Las plantas nativas contienen altas cantidades de calcio (Ca), entre las que sobresalen *Bernardia myricaefolia*, *Cordia boissieri* y *Celtis pallida* (Tabla 6).

Grasman y Hellgren (1993); McDowell *et al.*, (1997) Ramírez Lozano (2004), mencionan que las cantidades de calcio (Ca) para cumplir los requerimientos del venado cola blanca texano son de 4.5 g/Kg lo cual concuerda con este trabajo de investigación donde en promedio con las 16 plantas analizadas (Ramírez *et al.*, 1997), las cantidades de calcio (Ca) son de 28.8 g/Kg en la materia seca (MS) de la dieta del venado cola blanca texano.

Fosforo (P)

La mayoría de las plantas arbustivas nativas (Tabla 6) y aquellas reportadas por Ramírez Lozano (2003) y que son consumidas por el venado cola blanca (*O. v. texanus*), contienen fosforo (P), durante todo el año en cantidades no satisfactorias para cubrir sus necesidades de crecimiento y desarrollo máximo.

Grasman y Hellgren (1993); McDowell *et al.*, (1997) Ramírez Lozano (2004), hablan de 2.8 g/kg de fósforo (P) suficientes para cumplir con los requerimientos en la dieta del venado cola blanca texano, mientras que en el presente trabajo de investigación se obtuvo un promedio de 2.8 g/Kg en las 16 plantas que forman parte de la dieta del venado cola blanca en el matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México (Ramírez *et al.*, 1997), por lo tanto las cantidades de fósforo (P) son óptimas para cumplir con los requerimientos de crecimiento y desarrollo de este rumiante.

Magnesio (Mg) y Potasio (K)

El magnesio (Mg) es un mineral requerido para un desarrollo esquelético normal como constituyente de los huesos. Es necesario para la activación de enzimas y reacciones enzimáticas en las que interviene el ATP (contracciones musculares, síntesis de proteínas, ácidos nucleicos, grasas, coenzimas y en la utilización de la glucosa). Su deficiencia causa hipomagnesemia tetánica y disminución de la actividad de las enzimas dependientes del magnesio (Grasman y Hellgren (1993); Pond, *et al.*, (1995); Spears (1998) y Underwood y Suttle (1999).

Aparentemente las plantas arbustivas nativas que crecen en el noreste de México y sur de Texas, EUA y, que son consumidas por el venado cola blanca texano, no son nutrientes limitantes para el crecimiento y desarrollo de los rumiantes, las cantidades requeridas de magnesio (Mg) según Grasman y Hellgren (1993); McDowell *et al.*, (1997) Ramírez Lozano (2004) son de 1 g/Kg y de potasio (K) corresponden a 6 g/Kg. El estudio realizado mostro valores de 8.2 g/Kg y 8.6 g/Kg respectivamente, lo cual indica que no existe deficiencia de estos minerales en la dieta del venado cola blanca.

Sodio (Na)

El sodio (Na) es el mineral más comúnmente deficiente en los ecosistemas de clima templado como los del noreste de México y sureste de EUA, su deficiencia causa pérdida del apetito, reducción del peso, disminución de la

producción de leche y disminución del volumen plasmático (Grasman y Hellgren (1993); Pond, *et al.*, (1995); Spears (1998) y Underwood y Suttle (1999). El sodio (Na) es el único nutriente por el cual, los herbívoros especialmente desarrollan un alto apetito (Staaland *et al.*, 1980). Aparentemente todas las arbustivas, que consume el venado cola blanca texano en el noreste de México (Ramírez Lozano, 2003, Ramírez *et al.*, 1997), son deficientes en sodio (Na). La Tabla 6 del presente trabajo de investigación muestra lo mencionado por Ramírez Lozano en el 2003 con valores de 0.14 g/Kg que están por debajo del 1.0 g/Kg que requiere el venado cola blanca texano para cubrir los requerimientos de su crecimiento y desarrollo (Grasman y Hellgren 1993); (McDowell *et al.*, 1997), (Ramírez Lozano 2004).

Cobre (Cu)

La mayoría del cobre (Cu) en el organismo del venado se encuentra en el hígado (80%). No obstante, el venado cola blanca requiere 8 mg/Kg de cobre (Cu) en la materia seca de su dieta para cubrir los requerimientos de su crecimiento y desarrollo (Ramírez Lozano 2004). Aun cuando la cantidad requerida es muy pequeña para llevar a cabo las funciones metabólicas que requieren, algunas especies arbustivas, que son consumidas por el venado cola blanca texano que se desarrolla en el noreste de México y sur de Texas (Ramírez *et al.*, 1997), tienen concentraciones marginalmente menores a sus requerimientos de cobre (Cu). Ramírez Lozano, (2003) menciona algunas especies que destacan por su alto contenido de cobre (Cu), al igual que en el presente estudio de investigación algunas especies arbustivas coinciden con el alto contenido mineral que menciona Ramírez Lozano, (2003), entre las que destacan: *Ebenopsis ébano*, *Zanthoxylum fagara* y *Senegalia berlandieri*. En promedio las cantidades obtenidas de cobre (Cu) de las 16 plantas analizadas en este estudio de investigación es de 19 mg/Kg en la materia seca de su dieta, lo cual no demuestra deficiencia de este mineral (Tabla 7).

Manganeso (Mn)

El manganeso (Mn) se encuentra uniformemente distribuido en todo el organismo del venado, aunque con cierto enriquecimiento en el hígado, tejido óseo y del aparato digestivo (Grace y Clark, 1991), Los requerimientos del manganeso (Mn) del venado son 30 mg/Kg en la materia seca de su dieta. El presente trabajo de investigación, al igual que Ramírez Lozano (2003 y 2004), mencionan algunas especies arbustivas nativas del noreste de México que destacan por su alto contenido de manganeso (Mn), tales como *Diospyros texana*, *Vachellia farnesiana* y *Senegalia berlandieri*. Las cantidades reportadas muestran 38.8 mg/Kg en la materia seca de su dieta (Tabla 7).

Hierro (Fe)

Este mineral interviene en el transporte de electrones como componente de un gran número de sistemas enzimáticos entre los que se encuentran las metaloporfirinas y metaloflavinicas, también en el transporte y almacenamiento de oxígeno componente de dos importantes proteínas como son la hemoglobina y mioglobina (Ramírez Lozano 2004). El síntoma más común en los animales con deficiencia de hierro (Fe) es la anemia, del tipo microcítica hipocromica lo que significa pequeñas y pocas células rojas.

Ramírez Lozano, (2003), reporta que todas las arbustivas que crecen en el noreste de México y que son parte de la dieta del venado cola blanca texano, tienen concentraciones de hierro (Fe) que cubren sus requerimientos nutricionales 40 mg/Kg. En la Tabla 7 se muestran las concentraciones de 16 plantas registradas en la dieta del venado cola blanca texano (Ramírez *et al.*, 1997), entre las que destacan por su mayor contenido de hierro (Fe) están: *Hibiscus cardiophyllus*, *Gymnosperma glutinosum* y *Senegalia berlandieri*, obteniendo un promedio de 132.2 mg/Kg en la materia seca de su dieta, lo cual representa cantidades mayores a los requerimientos para cubrir el crecimiento y desarrollo de rumiantes (Ramírez Lozano 2004).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se destacan las siguientes conclusiones:

Las plantas del noreste de México contienen calcio (Ca) y hierro (Fe) en concentraciones suficientes, para satisfacer los requerimientos de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) y rumiantes en pastoreo, en todos sus estados fisiológicos. El fósforo (P) y el cobre (Cu) se encuentran en bajas concentraciones, además el sodio (Na) es el mineral más deficiente en todas las plantas encontradas en el matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México. La mayoría de las plantas contienen potasio (K) y magnesio (Mg) en concentraciones similares.

Las especies de plantas vegetales con un mayor contenido de calcio (Ca) son *Bernardia myricaefolia*, *Cordia boissieri* y *Celtis pallida*, la especie con mayor contenido mineral de Fósforo (P) fue *Gymnosperma glutinosum*, seguido de *Vachellia farnesiana*.

Se encontró a la mayoría de las especies con contenidos bajos de Sodio (Na) tales como: *Bernardia myricaefolia*, *Sideroxylon celastrinum*, *Caesalpinia mexicana*, *Cordia boissieri*, *Diospyros texana*, *Ebenopsis ébano*, *Hibiscus cardiophyllus*, *Karwinskia humboldtiana*, *Leucaena leucocephala*, *Schaefferia cuneifolia* y *Zanthoxylum fagara*, la especie con mayor contenido de Sodio (Na) es *Celtis pallida*. En cuanto a potasio (K) la especie con mayor contenido mineral es *Hibiscus cardiophyllus*.

Las especies con mayor contenido de hierro (Fe) encontradas en el matorral espinoso tamaulipeco son, *Hibiscus cardiophyllus*, *Gymnosperma glutinosum*, *Senegalia berlandieri* y *Vachellia farnesiana*.

La especie que obtuvo mayor contenido de manganeso (Mn) fue *Diospyros texana*, las especies que presentaron mayor contenido de zinc (Zn) fueron *Hibiscus cardiophyllus*, *Senegalia berlandieri* y *Karwinskia humboldtiana*.

El cobre (Cu) fue el mineral que se encontró en menor cantidad entre los otros tres micro minerales antes mencionados en todas las plantas consumidas por el venado cola blanca texano.

La prueba estadística de H Kruskal Wallis para muestras independientes muestra que los valores de significancia están por encima del valor de P (0.05) tanto para el análisis de consumo mineral por sexo (machos, crías, hembras) y por época (reproducción o corrida, muda de astas, crecimiento de astas, post reproductiva, nacimientos), lo cual indica que no existen diferencias significativas, aceptando la hipótesis nula en ambos casos.

H0: La distribución de magnesio, hierro, fosforo, potasio, cobre y sodio es la misma entre las categorías de 1: machos 2: crías 3: hembras.

H0: La distribución de magnesio, hierro, fosforo, potasio, cobre y sodio, es la misma entre las categorías de 1: reproducción o corrida 2: muda de astas 2: crecimiento de astas 4: post reproductiva 5: nacimientos.

Los machos de venado cola blanca texano consumieron sodio (Na) en mayor cantidad sobre todo en la época de crecimiento de astas (mayo a septiembre) debido a la deficiencia de este mineral en las plantas de la región. El segundo consumo mineral de importancia para los machos fue el fosforo (P), ya que interviene como componente del esqueleto, además que actúa en el metabolismo energético como componente del ATP.

El mineral con mayor consumo por parte de las crías de venado cola blanca texano fue el fosforo (P), ya que esto influye en el tamaño futuro del cuerpo y del esqueleto, así como en el tamaño de las astas sobre todo en la época de mayor crecimiento (mayo a septiembre).

Al igual que los machos el consumo de sodio (Na) por las crías es constante ya que la mayoría de las plantas del noreste de México son deficientes en sodio.

De la misma forma que los machos y crías el consumo de sodio (Na) para hembras de venado cola blanca texano es elevado, pero a diferencia de los machos y crías existe un consumo de potasio (K) más elevado sobre todo en la época de nacimientos (julio a septiembre), esto se debe a que este mineral interviene en el balance osmótico, en el equilibrio ácido base (pH), se requiere para varias funciones enzimáticas e influye en el metabolismo de la glucosa.

REFERENCIAS

- Aranda, M. (2000). *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México* (No. C/599 A7).
- Armstrong, T. A., Flowers, W. L., Spears, J. W., & Nielsent, F. H. (2002). Long-term effects of boron supplementation on reproductive characteristics and bone mechanical properties in gilts. *Journal of animal science*, 80(1), 154-161.
- Arthington, J. D. (2000). *Essential trace minerals for grazing cattle in Florida*. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS. Barnes, T.G., L.W. Varner, L.H. Blankenship, T.J. Fillinger & S.C. Heinemann. (1990). Macro and trace mineral content of selected south Texas deer forages. *J. Range Management*, 43: 220-223.
- Arthington, J. D. (2000). *Essential trace minerals for grazing cattle in Florida*. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS.
- Asher, G. y Schibler, U. (2011). Diafonía entre componentes de ciclos circadianos y metabólicos en mamíferos. *Metabolismo celular*, 13 (2), 125-137.
- Carrión, D., García, A. J., Gaspar-López, E., Landete-Castillejos, T., & Gallego, L. (2008). Development of body condition in hinds of Iberian red deer during gestation and its effects on calf birth weight and milk production. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, 309(1), 1-10.
- Ceacero, F., Landete-Castillejos, T., García, A. J., Estévez, J. A., Martinez, A., Calatayud, A., ... & Gallego, L. (2009). Free-choice mineral consumption

- in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) response to diet deficiencies. *Livestock Science*, 122(2-3), 345-348.
- Ceacero, F., Landete-Castillejos, T., García, A. J., Estévez, J. A., & Gallego, L. (2010). Can Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) discriminate among essential minerals in their diet? *British Journal of Nutrition*, 103(4), 617-626.
- Ceacero, F., Landete-Castillejos, T., Olguin, A., Miranda, M., Garcia, A., Martinez, A., ... & Gallegos, L. (2015). Avoiding toxic levels of essential minerals: a forgotten factor in deer diet preferences. *PloS one*, 10(1).
- Ceballos, G., & Miranda, A. (1986). *Los Mamíferos de Chamela, Jalisco: manual de campo* (No. 599.0972 C4).
- Church, D. C. (1988). *The Ruminant animal: digestive physiology and nutrition*.
- Consejo nacional de investigación. NRC 2007. Necesidades de nutrientes de pequeños rumiantes: ovejas, cabras, cérvidos y camélidos del nuevo mundo. *Academia Nacional de Ciencias, Washintgton, DC 347p*.
- Cook, C.W. & B.J. Bonham. (1977). Techniques for Vegetation Measurements and Analysis for a Pre- and Post- Mining Inventory. Colorado Sta. Univ. Range Sci. Dept., Sience Series, No. 28. 82 pp.
- Corona, P. M. (1997). Aspectos técnicos involucrados en la cría del venado cola blanca. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. 96 pp.
- Cunha, T. J., & McDowell, L. R. (2012). *Nutrition of grazing ruminants in warm climates*. Academic Press.
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476-496.

- Domínguez-G., T. G.; R. G. Ramírez-L.; A. E. Estrada-C; L. M. Scott-M.; H. González-R. & S. Alvarado-M. (2012). Importancia nutrimental en plantas forrajeras del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*. 77-93.
- Everitt, J. H.; D. L. Drawe, & R. I. Lonard, (2002). *Trees, Shrubs and Cacti of South Texas*. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, USA. 12-24.
- Foroughbakhch R. (1992). Establishment and growth potential of fuelwood species in northeastern México. *Agroforestry Systems*. 19:95-108.
- Foroughbakhch R.; G Reyes-R.; M.A. Alvarado-V.; J. L. Hernández-P. & A. Rocha (2005). Use of quantitative methods to determine leaf biomass on 15 woody shrub species in northeastern México. *Forest Ecology and Management*. 216:359-366.
- Galindo-Leal, C. y Weber M. (1998). *El venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, Manejo y Conservación*. EDICUSA-CONABIO. México. Primera edición. 272 pp.
- Garrett H. (2002). *Texas tree. A lone star book*. Traylor Trade Publishing Lanham, Maryland. 253 pp.
- Gaspar-López, E., García, AJ, Landete-Castillejos, T., Carrión, D., Estevez, JA y Gallego, L. (2008). Crecimiento de la primera cornamenta en ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*). *European Journal of Wildlife Research*, 54 (1), 1-5.
- Gómez, J.A., T. Landete-Castillejos, A. J. García, P. J. Sánchez, J. A. Estévez & L. Gallego. (2006). Effect of lactation on mineral composition of first antler in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Livest. Sci.* 105, 27–34.
- González R. H. & I. Cantú-S. (2001). Adaptación a la sequía de plantas arbustivas del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*. 4:454-461.

- Gorovits R., Avidan N., Avisar N., Shaked I., & L. Vladimon. (1997). Glutamine synthetase protects against neuronal degeneration in injured retinal tissue. *P. Natl. Acad. Sci.* 94:7024-7029.
- Grace, N.D. & P. R. Wilson. (2002). Trace element metabolism, dietary requirements, diagnosis and prevention of deficiencies in deer. *N. Z. Vet. J.* 50, 252–259.
- Grace, N.D. & R.G. Clark. (1991). Trace element requirements, diagnosis and prevention of deficiencies in sheep and cattle. *In: Tsuda, T., Ssaki, Y. and Kawashima. R. (Eds.) Physiological of digestion and metabolism in ruminants.* Academic press, San Diego, 321-346.
- Grasman, B.T. & E.C. Hellegren. (1993). Phosphorus nutrition in White-tailed deer: nutrient balance, physiological responses, and antler growth. *Ecology* 74:2279-2296.
- Jugdaohsingh R., Calomme M. R., Robinson K., Nielsen F., Anderson S. H. C., D’Haese P., Geusens P., Loveridge N., Thompson R. P. H., & J.J. Powell. (2008). Increased longitudinal growth in rats on a silicon-depleted diet. *Bone* 43:596-606.
- Jugdaohsingh R., Tucker K., Ning Q., Cupples A., Kiel D. P., & J. J. Powell. (2004). Dietary silicon intake is positively associated with bone mineral density in men and premenopausal women of Framingham offspring cohort. *J. Bone Miner. Res.* 19:297-307.
- Landete-Castillejos, T., J. D. Currey, J. A. Estévez, E. Gaspar-López, A. J. García & L. Gallego. (2007). Influence of physiological effort of growth and chemical composition on antler bone mechanical properties. *Bone* 41, 794–803.

- Ludwig J. A., J. F. Reynold, & P. D. Whitson (1975). Size biomass relationships of several Chihuahuan desert shrubs. *American Midland Naturalist*. 94:451-461.
- McCoy H., Kenney M. A., Montgomery C., Irwin A., Williams L., & Orrell R. (1994). Relation of Boron to the Composition and Mechanical Properties of Bone. *Environ. Health Persp.* 102:49-53.
- McDowell LR. (1985). *Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates*. Academic Press, New York.
- McDowell, L. R. (2003). *Minerals in animal and human nutrition* (No. Ed. 2). Elsevier Science BV.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, F.G. Hembry, L.X. Rojas, G. Valle & J. Velásquez. (1997). *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales*. 2a. edición. Departamento de Zootecnia, Universidad de Florida, Gainesville, Florida, EUA, p. 10.
- McEwan, L. C. (1957). Nutrient requirements of the white-tailed deer. In *Nth. Am. Wildl. Conf. Trans.* (Vol. 22, pp. 119-130).
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*.
- Muir, P.D., A. R. Sykes & G. K. Barrell. (1987). Calcium metabolism in red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) offered herbage during antlerogenesis: kinetic and stable balance studies. *J. Agric. Sci.* 109, 357–364.
- Muller, L.D., L.V. Schaffer, L.C. Ham & M.J. Owens, (1977). Cafeteria-style free choice mineral feeder for lactating dairy cows. *J. DairySci.* 60, 1574–1582.
- Naghii M. R., Torkaman G., & M. Mofid. (2006). Effects of boron and calcium supplementation on mechanical properties of bone in rats. *Biofactors* 28:195-201.

- Olguín CA, Landete CT, Ceacero FG, Garicía AJ, Gallego L. (2013). Effects of feed supplementation on mineral composition, mechanical properties and structure in femora of Iberian red deer hinds (*Cervus elaphus hispanicus*). PLoS One.
- Olvera, G. A. A. (1991). *Manual de manejo del venado cola blanca (Odocoileus virginianus) en cautiverio* (Doctoral dissertation, Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán, Estado de México. México).
- Ontiveros Chacón, J. C. (2012). *Evaluación del crecimiento de cervatos cola blanca texanos (odocoileus virginianus texanus), alimentados con diferentes fórmulas lácteas* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Perkins, J. R. (1991). *Supplemental feeding*. Texas Parks & Wildlife Department, Fisheries & Wildlife Division.
- Pond, W.G., D.C. Church & K.R. Pond. (1995). Basic Animal Nutrition and Feeding. Fourth Edition. John Wiley and Sons, New York.169-184.
- Rafferty K., Davies K. M., & R. P. Heany. (2005). Potassium intake and the calcium economy. J. Am. Coll. Nutr. 24:99-106.
- Ramirez Lozano R.G. (2003) Nutricion de Rumiantes: Sistema Extensivo. Editorial Trillas, pp. 52-74
- Ramírez Lozano, R. G. (2004). *Nutrición del venado de cola blanca* (No. Sirsi) i9789706941404). Universidad Autónoma de Nuevo León. Unión Ganadera Regional de Nuevo León.
- Ramirez, R.G., J.B. Quintanilla & J. Aranda. (1997). Withe- tailed deer food habits in notrheastern Mexico, small rumiant Researcj, 25; 141-146.

- Ramírez-L. R. G. & H. González-R. (2010). Calidad nutricional de plantas forrajeras del noreste de México. De las lechuguillas a las biopelículas vegetales. Las plantas útiles de Nuevo, León. 517-537.
- Ramírez-L. R. G. (1989). Estudios nutricionales de las cabras en el noreste de México. Segunda parte. Cuaderno de Investigación No. 13. Dirección General de estudios de Posgrado. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, N. L., México.
- Ramírez-L. R. G.; H. González-R.; M. V. Gómez-M.; I. Cantú-S & J. I. Uvalle-S. (2010). Variación en espacio y tiempo del contenido de macro y microminerales en seis plantas nativas consumidas por rumiantes en el noreste de México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 12:267-281.
- Reinken, G., Hartfiel, W., & Körner, E. (1990). *Deer farming. A practical guide to German techniques*. Farming Press Books.
- Roa, R. M. (1986). El Venado Cola Blanca Como Animal de Zoológico. I Simposio Sobre Venado en México. Memorias FMVZ. UNAM. AZARM. México.
- Sánchez FC. (1984). Utilización de la vegetación nativa en la alimentación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Estado de Aguascalientes. Tesis de Maestría Colegio de Posgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Chapingo. Méx. 87 pp.
- Seaborn C. D., & F. H. Nielsen. (2002). Silicon deprivation decreases collagen formation in wounds and bone, and ornithine transaminase enzyme activity in liver. Biol. Trace Elem. Res. 89:251-261.
- Siegmund, O. H. (1981). El Manual Merck de Veterinaria. 2a ed. Merck & Co. Inc. N.J. USA

- Spears, J.W. (1998). Reevaluation of metabolic essentiality of minerals. Proceedings: New Technologies for the Production of "Next Generation" Feeds and additives. The 8th World Conference on animal Production, Seoul National University, Seoul, Korea, pp. 68-77.
- Staaland, H., R.G. White, J.R. Luck & D.F. Holleman. (1980). Dietary influences of sodium and potassium metabolism of reindeer. Canadian J. Zoology, 58: 1728-1734.
- Suttle N. F. (2010). Mineral nutrition of livestock. CAB International, Oxford shire (UK).
- Underwood, E.J. & N.F. Suttle. (1999). The mineral nutrition of livestock, 3rd edn. CAB International, Wallingford, p. 600.
- Verme, J., & Ullrey, E. (1974). Alimentación y nutrición de los ciervos. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Vol. 2. *Zaragoza, España: Ed. Acribia.*
- Villarreal, G., & Jorge, G. (1999). *Venado cola blanca: manejo y aprovechamiento cinegético* (No. 599.65 V555v).
- Wallmo, O. C. (1981). Mule and black-tailed deer in North America. A Wildlife Management Institute book.
- Ward, M. & G. Lardy. (2005). Beef Cattle Mineral Nutrition. AS-1287. NDSU Extension Service. North Dakota State University.
- Yerex, D., & Spiers, I. (1990). Modern deer farm management. *Modern deer farm management.*, (Revised Edition).
- Zaragoza, R. J. (1994). Contaminación Salival en Muestras de Forraje Obtenidas por Fístula Esofágica. Seminario del Curso Sobre Nutrición Animal en Agostadero. Departamento de Recursos Naturales. Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. México.